



Vilius BARTULIS

KASYBOS INŽINERIJA. MINERALINIŲ ŽALIAVŲ GAVYBOS MAŠINOS IR ĮRENGINIAI

Projekto kodas
VP1-2.2-ŠMM 07-K-01-023

Studijų programų atnaujinimas
pagal ES reikalavimus, gerinant
studijų kokybę ir taikant
inovatyvius studijų metodus

Vilnius „Technika“ 2012

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Vilius BARTULIS

KASYBOS INŽINERIJA. MINERALINIŲ ŽALIAVŲ GAVYBOS MAŠINOS IR ĮRENGINIAI

Mokomoji knyga



Vilnius „Technika“ 2012

V. Bartulis. Kasybos inžinerija. Mineralinių žaliavų gavybos mašinos ir įrenginiai: mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2012, 80 p. [3,6 aut. l. 2012 09 19]

Mokomoji knyga skirta VGTU „Kasybos inžinerijos“ dalyko modulio studijoms, taip pat ji bus naudinga ir kitiems kasybos, statybos, kelių tiesimo mašinų studijuojantiems studentams. Knygoje glaustai aprašoma tradicinių ir rečiau karjeruose, kasavietėse naudojamų kasybos mašinų paskirtis, konstrukcijos, pateikiama technologinių parametrų skaičiavimo pavyzdžių ir uždavinių, pradinį skaičiavimo duomenų. Šalia pateikto mašinų parametrų skaičiavimo trumpai pristatytos mašinos, jų darbo technologijos, duodama nuorodų į internetinių svetainių puslapius, kuriuose galima susipažinti su skaičiuojamo tipo kasybos mašinų darbo technologijomis.

Leidinį rekomendavo VGTU Transporto inžinerijos fakulteto studijų komitetas

Recenzavo: doc. dr. Raimundas Junevičius, VGTU Transporto technologinių įrenginių katedra

doc. dr. Rimantas Subačius, VGTU Geležinkelių transporto katedra

Leidinyi parengtas ir išleistas už Europos struktūrinių fondų lėšas, jomis finansuojant VGTU Transporto inžinerijos, Biomechanikos ir Aviacinės mechanikos inžinerijos projektą „Studijų programų atnaujinimas pagal ES reikalavimus, gerinant studijų kokybę ir taikant inovatyvius studijų metodus“ pagal Lietuvos 2007–2013 m. Žmogiškųjų išteklių veiksmų programos 2 prioriteto „Mokymasis visą gyvenimą“ VP1-2.2-ŠMM-07-K priemonę „Studijų kokybės gerinimas, tarptautiškumo didinimas“. Projekto kodas Nr. VP1-2.2-ŠMM 07-K-01-023, finansavimo ir administravimo sutartis Nr. VP1-2.2-ŠMM-07-K-01-023.

VGTU leidyklos TECHNIKA 1382-S mokomosios
metodinės literatūros knyga

<http://leidykla.vgtu.lt>

Redaktorė *Ramutė Pinkevičienė*
Maketuotoja *Birutė Bilotienė*

eISBN 978-609-457-277-7
doi:10.3846/1382-S

© Vilius Bartulis, 2012

© Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2012

TURINYS

Įvadas	4
1. Parengiamųjų darbų, grunto kasimo ir transportavimo mašinos bei procesai	5
1.1. Teorijos elementai ir skaičiavimo formulės	5
1.1.1. Karjerai	5
1.1.2. Pleištinės krūmapjovės	7
1.1.3. Purentuvai	9
1.1.4. Buldozeriai	10
1.1.5. Skreperiai	15
1.2. Techninės mašinų charakteristikos	17
1.3. Uždaviniai ir pavyzdžiai	20
2. Ekskavatoriai	36
2.1. Teorijos elementai ir skaičiavimo formulės	36
2.1.1. Vienakaušiai ekskavatoriai	36
2.1.2. Daugiakaušiai ekskavatoriai	42
2.2. Techninės ekskavatorių charakteristikos	45
2.3. Uždaviniai ir pavyzdžiai	51
3. Hidromechanizacijos įrenginiai darbui karjeruose	62
3.1. Teorijos elementai ir skaičiavimo formulės	62
3.1.1. Hidromonitoriai	62
3.1.2. Siurbliai ir žemsiurbės	66
3.2. Uždaviniai ir pavyzdžiai	70
Literatūra	80

IVADAS

Kasyba, dar vadinama žemės darbais, apima visus darbus su gruntu, pradedant grunto vientisumo suardymu, kasimu, pakrovimu, transportavimu, iškrovimu, baigiant kasinio formavimu, lyginimu, tankinimu... Siekiant nesikartoti su L. P. Lingaičio vadovėlyje „Žemės darbų mašinos“ pateikta medžiaga, šiame leidinyje pateikiama kai kurių, bent jau Lietuvoje rečiau naudojamų, kasybos mašinų pagrindinių technologinių parametrų skaičiavimo metodika su pavyzdžiais. Mašinos su lynine pavara, skreperiai, kelmarovės naudojami retai, tačiau sakoma, kad „nauja – tai gerai užmiršta sena“. Veikimo ir skaičiavimo principai taikomi ir kitose technikos srityse, ir juos žinoti naudinga. Jie gali praversti ir kursinio projektavimo, ir baigiamojo darbo rengimo metu, ir jau dirbant. Maža knygos apimtis neleido aprašyti visų kasybos mašinų, tačiau šalia pateiktų mašinų parametrų skaičiavimo trumpai pristatytos mašinos, jų darbo technologijos, duodama nuorodų į internetinių svetainių puslapius, kuriuose galima susipažinti su skaičiuojamo tipo kasybos mašinų darbo technologijomis. Pateiktos užduočių variantų ir mašinų parametrų lentelės gali būti atnaujinamos, pakeičiamos naujesne informacija iš žinybų, elektroninių duomenų bazių. Kadangi šis leidinukas pateikiamas elektronine forma, jo atnaujinimas ar papildymas neturėtų būti sudėtingas ar ilgai trunkantis procesas.

Už vertingas pastabas ir patarimus nuoširdžiai dėkojame doc. dr. Raimundui Junevičiui ir doc. dr. Rimantui Subačiui.

1. PARENGIAMŲJŲ DARBŲ, GRUNTO KASIMO IR TRANSPORTAVIMO MAŠINOS BEI PROCESAI

1.1. Teorijos elementai ir skaičiavimo formulės

1.1.1. Karjerai



1 pav. Karjerai. Gerai matomos gavybos pakopos.

Naudingos iškasenos, naudojamos kaip žaliava statybinių medžiagų gamybai, išgaunamos atviru būdu karjeruose. Nuodangos ir gavybos darbai atliekami pakopomis. Kiekviena jų turi aikštelę, briaunas bei šlaitus ir charakterizuojama šlaito kampu ir aukščiu (1 lentelė).

1 lentelė. Uolienų stabilaus šlaito kampas ir nuolydžio aukštis

Uolienos	Pakopų aukštis H_p , m	Ribinis šlaito kampas, laipsniais	
		nedarbinė (nuodangos) pakopa, α_1	darbinė (gavybos) pakopa, α_2
Monolitinės uolos	Praktiškai neribotas	80	90
Uolinės vulkaninės	Taip pat	55–65	70–80
Uolinės nuosėdinės	Taip pat	50–55	50–60
Pusiau uolinės ir sausos smėlinės	25–30	40–50	40–50
Smėlio ir molio bei molio Molingas smėlis ir molis	25–30	25–30	35–45

Ar ekonomiškai tikslinga vykdyti kalnakasybos darbus atviru būdu, nustatoma pagal nuodangos koeficientą k_{nd} :

$$k_{nd} = N_1 / N_2, \quad (1)$$

čia N_1 – nukasamų, siekiant užtikrinti naudingų iškasenų gavybą, nuodangos uolienu (grunto) kiekis, m^3 ; N_2 – naudingų iškasenų kiekis, kurį galima gauti, pašalinus „tuščias“ nuodangos uolienas, m^3 .

Pasipriešinimas vidiniams grunto poslinkiams, N

$$T = \tau_0 F + P f_0, \quad (2)$$

čia τ_0 – pradinis sukibimas (pasipriešinimas pasislinkimui) (Pa), nustatomas tyrimais (birioms medžiagoms $\tau_0 = 0$); F – poslinkio zonos plotas, m^2 ; P – normalinio spaudimo į poslinkio plokštumą jėga, N ; f_0 – medžiagos vidinės trinties koeficientas.

2 lentelė. Kai kurių medžiagų trinties koeficientai

Medžiaga	Vidaus trinties koeficientas f_0	Trinties į plieną koeficientas f_1	Medžiaga	Vidaus trinties koeficientas f_0	Trinties į plieną koeficientas f_1
Smėlis	0,58–0,75	0,73	Molis, prisotintas vandens	0,18–0,42	–
Juodžemis	0,58–0,75	0,75	Skalda	0,9	0,84
Žvyras	0,62–0,78	0,75	Šlakas, rūda	1,2	1,2
Sausas molis	0,7–1,0	0,75–1,0	Cementas	0,84	0,73
Smulkus jūrinis gargždas	0,9–1,0	–	Mergelis	0,75–1,0	1,0

Grunto pasipriešinimas poslinkiui atraminiu tvirtu paviršiumi

$$T_1 = P f_1,$$

o poslinkiui nuolaidžiu atraminiu paviršiumi

$$T_1 = G f_1 \cos \alpha - G \sin \alpha, \quad (3)$$

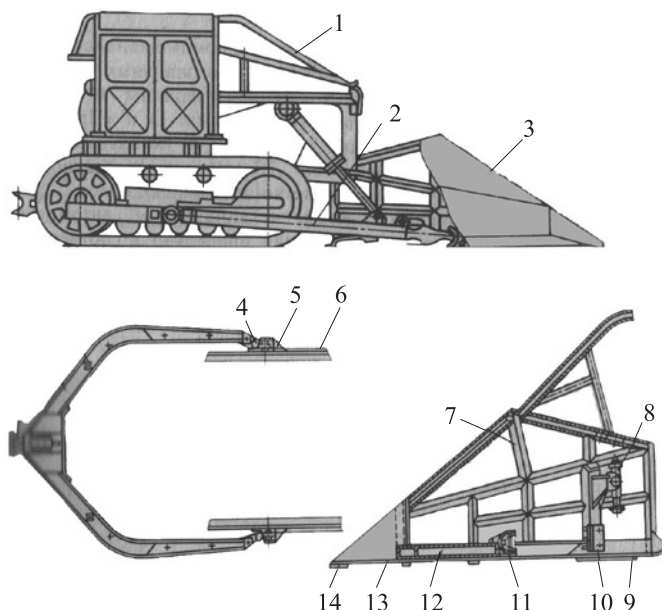
čia P – medžiagos prispaudimo prie atraminio paviršiaus jėga ($P = G \cos \alpha$), N ; G – medžiagos svoris ir kitos vertikalios išorinių jėgų dedamosios, veikiančios medžiagą, N ; f_1 – duotos medžiagos ir atraminio paviršiaus slydimo trinties koeficientas (2 lentelė); α – atraminio paviršiaus nuolydžio kampas, laipsniais.

Dideliuose karjeruose, kasyklose dirba labai didelės mašinos. Jos atlieka labai didelių apimčių darbus ir savo galimybėmis pakeičia daugelį mažų mašinų, kai kurios jų būna vienetinės:

<http://www.youtube.com/watch?v=1uScZw2Vcjg&feature=related>.

1.1.2. Pleištinės krūmapjovės

Pleištinės krūmapjovės naudojamos teritorijai, skirtai karjerui ar statybų aikštei išvalyti, krūmams ir smulkiems medžiams išpjauti.



2 pav. Pleištinės formos krūmapjovė ir jos darbo padargas. 1 – apsauginis rėmas; 2 – verstuvo tvirtinimo rėmas; 3 – verstuvas; 4, 5 – verstuvo tvirtinimo detalės; 6–12 – verstuvo konstrukciniai elementai; 13, 14 – verstuvo pjovimo briaunos.

Krūmapjovės našumas (m^2/h)

$$Q = \frac{3600(B - b)L}{(L / v_{\text{vid}} + t_{\text{aps}})n_v}, \quad (4)$$

čia B – pjūvio plotis (peilių ilgio projekcija į paviršių, statmeną judėjimo kryptį), m; b – plotis, užverčiamas nupjautu gruntu, važiuojant gretima eile (juostų persidengimas), m ($b \approx 0,2-0,5$ m); L – apdirbamo sklypo ilgis, m; v_{vid} – vidutinis darbinis traktoriaus greitis, m/s; t_{aps} – laikas traktoriui apsukti, s ($t_{\text{aps}} \approx 60 \dots 120$ s); n_v – važiavimų ta pačia vieta skaičius (1–2 važiavimai).



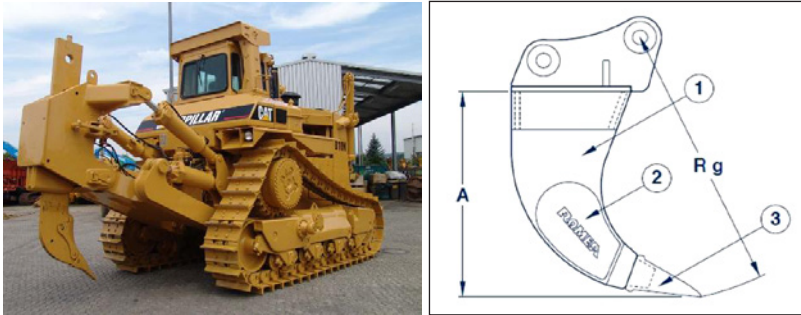
3 pav. Kelmarovės verstuvinis darbo padargas su nagais.



4 pav. Verstuvinio tipo kelmarovė ir jos darbo schema.

1.1.3. Purentuvai

Purentuvai naudojami kaip pirminio tankių uolienų sluoksnių purenimo priemonė, kad būtų galima užtikrinti veiksmingesnį žemės kasimo ir transportavimo mašinų darbą. Silpnesnį gruntą purenti gali ir kai kurių tipų kelmarovės, turinčios verstuvus su nagais.



5 pav. Pakabinamas purentuvas su vienu nagu ir nago konstrukcinė schema.

1 – nagas; 2 – žyma; 3 – antgalis; A – didžiausias purenimo gylis;

R_g – nago pavertimo spindulys.

Purentuvų darbo padargas – riestas kilnojamas ir paverčiamasis nagas, įtvirtintas specialiame rėme, dažnai turintis sustiprintą viršūnę ir priekinę pjaunančią dalį. Jis gali būti prikabinamas arba pakabinamas prie bazinės, dažniausiai vikšrinės, mašinos.

Purentuvų našumas ($\text{m}^3/\text{val.}$)

$$Q = \frac{3600(B - b)Lh}{(L / v_{\text{vid}} + t_{\text{aps}})n_v}, \quad (5)$$

čia B – darbinis purenimo plotis (atstumas tarp išorinių kraštinių nagų paviršių), m; b – plotis, pakartotinai purenamas važiuojant gretima eile (juostų persidengimas), m ($b \approx 0,1\text{--}0,2$ m); h – visas galimas purenimo gylis, m; t_{aps} – laikas traktoriui apsisukti, s ($t_{\text{aps}} \approx 30\text{--}60$ s); n_v – važiavimų ta pačia vieta skaičius (1–3); L ir v_{vid} – pagal formulę (4).

Purentuvo darbo procesas:

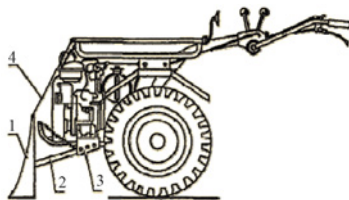
<http://www.youtube.com/watch?v=5dShBfSdSDw&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=907JGckLPHw&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?NR=1&v=eYQV5GOPQPw&feature=fvwp>

1.1.4. Buldozeriai

Buldozeriai naudojami gruntui pjauti sluoksniais, perstumiant jį nedideliu atstumu, ir sustumdyti į numatytą vietą, tranšėjoms pripilti, teritorijos ar kelio paviršiui išlyginti. Pastaruoju atveju verstuvą būna pasukamas horizontalioje plokštumoje bazinės mašinos išilginės ašies atžvilgiu. Verstuvą gali būti ir „sulenkiamas“ tos pačios išilginės ašies atžvilgiu ir nuo kelio gruntą ar sniegą stumti iš karto į abi puses. Arba, išlenktas į priešingą pusę, padidinti transportuojamo grunto kiekį. Tuo atveju verstuvo vidurinė dalis gali būti paaukštinta.



6 pav. Buldozeriai būna vikšriniai ir ratiniai, su pasukamuoju ir nepasukamuoju verstuvu.



a



b



c



d

7 pav. Buldozerių verstuvai būna ne tik tiesūs. Īlenkti primena kaušą ir gali stumti daugiau grunto, atlenktais nuo centro kraštais primena dvigubą greiderio verstuvą ir tinka keliui valyti: a ir c – skirtas gruntui gabenti, ĩlenkta centrine dalimi, paaukštintas; b – su valdomu ĩlenkimo kampu, skirtas sniegui stumti; d – karinis, skirtas užverstam keliui valyti.



a



b

8 pav. Verstuvai: a – su valdomu pavertimo kampu; b – su nagais kampuose kietam gruntui suardyti.

Buldozerių su nepasukamuoju verstuvu našumas transportuojant gruntą (m^3/val):

$$Q_{np} = 3600 V_{pr} k_n k_{pl} / (t_c k_{pr}), \quad (6.1)$$

čia V_{pr} – išpurento grunto kiekis (grunto prizmės tūris), esantis prieš verstuvą, baigus transportuoti, m^3 ; t_c – ciklo trukmė, s; k_n – nuolydžio koeficientas (3 lentelė); k_{pl} – buldozerio laiko panaudojimo koeficientas ($k_{pn} = 0,8-0,9$); k_{pr} – grunto išpurenimo koeficientas, t. y. išpurento grunto kiekio ir natūralios būsenos grunto kiekių santykis (4 lentelė).

Buldozerių su pasukamuoju verstuvu našumas lyginant paviršių ($\text{m}^2/\text{val.}$)

$$Q = \frac{3600 L_l (B_v \sin \omega - b)}{n \left(\frac{L_l}{v_l} + t_a \right)}, \quad (6.2)$$

čia L_l – lyginamos atkarpos ilgis, m; B_v – verstuvo plotis, m; ω – verstuvo pasukimo horizontalioje plokštumoje kampas; b – lyginamų juostų persidengimo dydis, m; n – važiavimų ta pačia juosta skaičius; v_l – važiavimo greitis lyginant, $v_l = 1,6 \dots 2,8$ m/s; t_a – apsisukimo trukmė, s (kai lyginamos atkarpos ilgis viršija 50 m, apsisukimo trukmė nevertinama).

3 lentelė. Nuolydžio koeficiento reikšmės

Nuokalnė, %	k_n	Įkalnė, %	k_n
5	1,33	5	0,67
10	1,8	10	0,5
15	2,3	15	0,46
20	2,7	–	–

Stumiamos grunto prizmės apimtį galima nustatyti, darant prielaidą, kad išpurentos uolienos nuolydis prieš verstuvą atitinka natūralų byrėjimo (šlaito) kampą, ir stumiant dalis jos nubyra. Tuo atveju nustumtos uolienos tūris (m^3)

$$V_{pr} = B_{pr} H_{pr}^2 k_{pr} / (2 \operatorname{tg} \alpha), \quad (7)$$

čia B_{pr} ir H_{pr} – stumiamos grunto prizmės plotis ir aukštis, m; k_{pr} – prarastos (nubyrėjusios) uolienos koeficientas, priklausantis nuo transportavimo atstumo L_t ($k_{pr} \approx 1 - 0,005 L_t$); α – išpurento grunto natūralaus šlaito kampas, laipsniais.

4 lentelė. Vidutinės išpurenimo koeficiento k_{pr} reikšmės

Uolienos kategorija pagal apdorojimo sudėtingumą	Kalnų uolienų rūšys	k_{pr}
I	Smėlis, priesmėlis, augalinis gruntas, durpės	1,05–1,12
II	Lengvas priemolis, drėgna puri uoliena, minkštas druskožemis, žvyras, smulkus ir vidutinis, priesmėlis, smėlis ir augalinis gruntas, susimaišę su skalda, birus susigulėjęs gruntas su skalda	1,12–1,20
III	Riebus minkštas molis, sunkus priemolis, stambus žvyras, smulkus jūrinis gargždas, 15...40 mm skalda, priemolis su žvyru	1,20–1,25
IV	Riebus molis ir sunkus priemolis su skaldos priemaiša, skalūninis molis, stambus jūrinis gargždas	1,25–1,29
V	Tanki sukietėjusi uoliena (liosas), metalurginis šlakas, neišpustytas minkštas mergelis (nuosėdinė uoliena iš karbonatų ir molio), minkšta kreida, kietas molis, skalūnas, nestiprus gipsas	1,19–1,33
VI	Kriauklainedis, minkštos purios kalkės, tanki kreida, vidutinio kietumo skalūnas, vidutinio kietumo mergelis	1,33–1,45
VII	Suskaldytos uolienos	1,45–1,5

Stumiamos grunto prizmės tūris priklauso nuo prizmės aukščio santykio su jos pločiu ir nuo fizinių grunto savybių. Atsižvelgiant į šiuos veiksnius, grunto prizmės tūris (m^3)

$$V'_{pr} = B_{pr} H_{pr}^2 / (2k_{pr}), \quad (8)$$

čia B_{pr} ir H_{pr} – grunto prizmės aukštis ir plotis, m; k_{pr} – prizmės koeficientas, nustatytas eksperimentiškai ir priklausantis nuo grunto savybių bei prizmės matmenų santykio (5 lentelė).

5 lentelė. Prizmės koeficientas k_{pr}

Uolienos	k_{pr} , kai H_{pr}/B_{pr} santykis		
	0,15	0,3	0,45
Rišlios	0,75	0,78	0,85
Birios	1,15	1,20	1,50

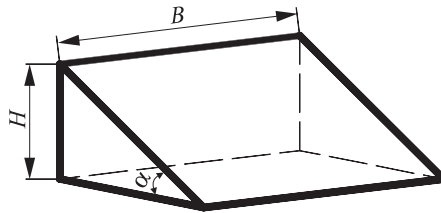
Buldozerio darbo ciklo trukmė priklauso nuo operacijų trukmės (s)

$$t_c = t_u + t_t + t_i + t_a + t_g, \quad (9)$$

čia t_u – laikas, sugaištas gruntui pjauti ir verstuvui pripildyti, s; t_t – laikas gruntui nugabenti į laikymo vietą, s; t_i – laikas, per kurį gruntas išpilamas, išlyginamas arba sukraunamas, s; t_a – buldozerio apsisukimo trukmė, t_g – tuščia eiga, t. y. laikas, sugaištas grįžti į pradinę padėtį ir pasirengti naujam ciklui, s.

Grįžimas į pradinę padėtį vyksta atbuline eiga arba priekine eiga (du apsisukimai 180°).

Ciklo trukmė (s)



9 pav. Schema prizmės tūriui nustatyti.

$$t_c = l_u/v_u + l_t/v_t + l_i/v_i + l_g/v_g + n_p t_p + n_k t_k + n_{aps} t_{aps}, \quad (10)$$

čia l_u , l_t , l_i , l_g – buldozerio grunto pjovimo, perstūmimo, grunto išpylimo ir grįžimo atgal kelio ilgiai, m; v_u , v_t , v_i , v_g – buldozerio judė-

jimo greitis atitinkamuose kelio ruožuose, m/s; t_p – pavarų perjungimo trukmė ($t_p \approx 2\text{--}3$ s); t_k – verstuvo pakėlimo ir nuleidimo trukmė ($t_k \approx 4\text{--}5$ s); t_{aps} – buldozerio apsisukimo 180° trukmė ($t_{aps} \approx 10\text{--}15$ s); n_p , n_k , n_{aps} – atitinkamai pavarų perjungimo, kaušo pakėlimo ir nuleidimo bei buldozerio apsisukimų 180° skaičiai.

Universalių buldozerių su pasukamu verstuvu našumas planiravimo, grunto išlyginimo ir tranšėjų pripylimo darbuose nustatomas pagal empirines formules, atsižvelgiant į atliekamų darbų ypatumus.

Buldozeris dirba:

<http://www.youtube.com/watch?v=OJCa68Esbbl>

<http://www.youtube.com/watch?NR=1&v=m-2Ufu3-5Js&feature=endscreen>

<http://www.youtube.com/watch?v=wGdl4LINLqc&feature=autoplay&list=PLBF969D7BCC25F191&lf=relist&playnext=2>

http://www.youtube.com/watch?v=JdOh5GA_tJg&feature=related

1.1.5. Skreperiai

Skreperiai naudojami gruntui pjauti sluoksniais, jam transportuoti didesniu atstumu didelės talpos kauše ir iškrauti kartu išlyginant ir šiek tiek suslegiant. Būna savaeigiai ir prikabinami, ratiniai ir vikšriniai.



a



b

10 pav. Savaeigiai skreperiai: a – su pakrovimo elevatoriumi; b – kaušo pripildymo metu skreperį pastumia buldozeris.

Savaeigis skreperis gali pasikrauti pats, tačiau kai pasikrovimo metu jį pastumia buldozeris ar kitas skreperis, jo našumas padidėja.

Skreperių našumas, m³/h:

$$Q = 3600 V k_u k_{pl} / (t_c k_{pr}), \quad (11)$$

čia V – geometrinė kaušo talpa, m³; t_c – vieno ciklo trukmė, s; k_u – kaušo pripildymo koeficientas ($k_u \approx 0,7-1,3$); k_{pl} – skreperio laiko panaudojimo koeficientas ($k_{pl} = 0,7-0,9$); k_{pr} – grunto išpurenimo koeficientas ($k_{pr} = 1,05-1,29$).

Ciklo trukmė (s)

$$t_c = l_u/v_u + l_t/v_t + l_i/v_i + l_g/v_g + n_p t_p + n_{aps} t_{aps}, \quad (12)$$

čia l ir v – atitinkamai kelias ir skreperio judėjimo greitis atliekant ciklo operacijas pagal formulę (10); t_p – pavarų perjungimo trukmė, s ($t_p \approx 4-6$ s); n_p – perjungimų skaičius per ciklą; t_{aps} – laikas skreperiui apsisukti, s ($t_{aps} \approx 15-30$ s); n_{aps} – apsisukimų skaičius per ciklą.

Skreperio kaušas pripildomas, važiuojant mažiausiu greičiu v_o , įskaitant vilkiko ratų buksavimą (k_b) (m/s):

$$v_o = k_b v_1, \quad (13)$$

čia k_b – buksavimo koeficientas, $k_b = (0,7-0,8)$; v_1 – vilkiko judėjimo pirma pavara teorinis greitis, m/s.

6 lentelė. Stumiamo grunto prizmės apimties vidutinės reikšmės dalimis nuo geometrinės kaušo talpos

Kaušo talpa m ³	Smėlis	Priesmėlis	Priemolis		Molis
			šlapias	sausas	
15	0,26	0,15	0,08	0,11	–
10	0,28	0,17	0,09	0,13	0,05
6	0,32	0,22	0,10	–	0,10

Skreperio nuvažiuotas atstumas pakraunant ir iškraunant kaušą (m)

$$l_1 = V (1 + k_p) k_u / (F_{pjo} k_{pr}) \quad (14)$$

$$l_3 = V k_u / F_{spi}, \quad (15)$$

čia k_p – koeficientas, įskaitantis grunto nuostolius formuojantis stumiamai prizmei (6 lentelė); F_{plov} – vidutinė drožlės, nupjaunamos kaušo peiliu, skersinio pjūvio reikšmė, m^2 ; F_{spi} – grunto skersinio pjūvio plotas iškraunant, m^2 ; V , k_u , k_{pr} – pagal formulę (11).

Skreperių su lyniniu valdymu našumas ($m^3/val.$)

$$Q = 3600 V k_u k_p / [(l_1 / v_d + l_2 / v_t + 2t_{perj.}) k_{pr.}], \quad (16)$$

čia V – geometrinė kaušo talpa, m^3 ; l_1 – kaušo pripildymo kelio ilgis, m (vidutiniškai (0,7–0,8) l_0 , čia l_0 – atstumas tarp galinio bloko ir suktuvo būgno ašių, m); v_d , v_t – kaušo darbinės ir tuščios eigos greičiai, m/s ; $t_{perj.}$ – suktuvo būgnų perjungimo trukmė, s ($t_{perj.} \approx 3–5 s$); k_u , k_{pl} , $k_{pr.}$ – pripildymo, laiko panaudojimo, išpurenimo koeficientai.

Skreperio darbo technologija:

<http://www.youtube.com/watch?v=tLR7LZh3VM0&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=p5yhtxRmsUU&feature=related>

1.2. Techninės mašinų charakteristikos

Techninės mašinų charakteristikos (7–12 lentelės) lemia ne tik našumą, bet ir ekonominius mašinų naudojimo rodiklius, pvz., lyginamąsias energijos išlaidas, darbo našumą, darbų atlikimo terminus bei jų savikainą ir t. t.

7 lentelė. Kelmarovių techninės charakteristikos

Markė		Verstuvai		Verstuvo valdymo pavarai	Masė, kg	
kelmarovės	traktoriaus	plotis, m	pavertimo kampas, laips.		įrenginio	įrenginio su traktoriumi
D-306A	DT-55A	2,40	60	Hidraulinė	700	7250
KB-2,8	DT-55A	2,80	60	Hidraulinė	1200	7750
D-174G	T-100MZ	3,60	64	Lynu	2900	14 400
D-514A	T-100MZGP	3,60	64	Hidraulinė	2420	14 220
KB-4	T-100MZGP	4,00	64	Hidraulinė	2320	14 120
DP-24	T-130.1.G-1	3,60	64	Hidraulinė	3320	17 000

8 lentelė. Purentuvų techninės charakteristikos

Markė		Purentuvas				Valdymo pavora	Masė, kg	
puren- tuvas	traktorius	na- gų sk.	atstu- mas tarp nagų ašių, m	pure- namos juos- tos plotis, m	pure- nimo gylis, m		įren- ginys	įrengi- nys su trakt.
DP-15C	T-100MZGP	3	0,70	1,48	0,40	Hidraulinė	1440	13 240
DP-26C	T-130.1.G-1	1	–	0,70	0,45	Hidraulinė	1310	15 340
DP-22	T-180G	3	0,80	1,68	0,50	Hidraulinė	3200	18 350
DP-9C	DET-250M	3	1,02	2,14	0,70	Hidraulinė	5920	33 420

9 lentelė. Buldozerių techninės charakteristikos

Markė		Verstuvai				Valdymo pavora	Masė, kg	
buldozeris	trakt. vilkiko	plo- tis B , m	aukš- tis H , m	pasta- tymo kam- pas	įgili- ni- mas, m		įren- ginio	įrengi- nio su trakt.
DZ 37	MTZ-50	2,00	0,65	90	0,20	Hidraulinė	440	3420
DZ 49	T-74-C2	2,56	0,95	90	0,20	Hidraulinė	850	6070
DZ 42	DT-75-C2	2,52	0,95	90	0,20	Hidraulinė	1070	6680
DZ 101	T-4AP1	2,86	0,95	90	0,31	Hidraulinė	1440	9590
DZ 104	T-4AP1	3,28	0,99	0...27	0,30	Hidraulinė	1780	10 330
DZ 48	K-702	3,64	1,20	90	0,54	Hidraulinė	2990	17 090
DZ 53	T-100MZ	3,20	1,20	90	1,00	Lynu	2130	13 630
DZ 17	T-100MZ	3,97	1,00	0...27	1,00	Lynu	2215	14 100
DZ 54C	T-100MZGP	3,20	1,20	90	0,37	Hidraulinė	1780	13 580
DZ 18	T-100MZGP	3,97	1,00	0..27	0,25	Hidraulinė	1860	14 100
DZ 27C	T-130.1.G-1	3,20	1,30	90	0,50	Hidraulinė	1910	15 940
DZ 109XL	T-130.1.G-1	4,12	1,17	0...27	0,44	Hidraulinė	2900	17 450
DZ 110XL	T-130.1.G-1	3,20	1,30	90	0,50	Hidraulinė	2570	16 600
DZ 35	T-180G	3,64	1,23	90	0,32	Hidraulinė	3400	18 550
DZ 34	DET-250M	4,54	1,55	90	0,40	Hidraulinė	3980	31 480
DZ 118	DET-250M	4,31	1,55	90	0,68	Hidraulinė	4800	32 300
D 540	MoAZ-542	3,60	1,20	90	0,65	Hidraulinė	–	17 500

10 lentelė. Skreperių techninės charakteristikos

Markė		Skreperis				Valdymo pavara	Masė su trakt. vilkiku, kg
skreperio	trakt. vilkiko	kaušo talpa V , m ³	kaušo plotis B , m	įgilinimas h_{pj} , m	supilamo sluoksnio storis, m		
DZ 33	DT-75-C2	3/3,5	2,10	0,20	0,30	Hidraulinė	8680
DZ 111	T-4AP1	3,5/4,5	2,43	0,13	0,40	Hidraulinė	14 420
DZ 12	T-100MZ	7/9	2,62	0,32	0,50	Lyno	18 940
DZ 20	T-100MZGP	7/9	2,65	0,30	0,50	Hidraulinė	19 200
DZ 20V	T-130.1.G-1	7/9	2,65	0,30	0,25	Hidraulinė	21 500
DZ 77S	T-130.1.G-1	8/9,5	2,71	0,35	0,42	Hidraulinė	23 700
DZ 74	K-702	8/9	2,71	0,35	0,53	Hidraulinė	22 000
DZ 11P	MoAZ-546P	8/9	2,75	0,30	0,45	Hidraulinė	20 000
DZ 13	BelAZ-531	15/17	2,85	0,35	0,55	Hidraulinė	34 000
D 392	BelAZ-531	15/18	2,85	0,35	0,50	Hidraulinė	30 550
D 515	DET-250M	15/18	2,90	0,35	0,55	Hidraulinė	41 630
Bando-masis	Savaeigis	25/29	3,65	0,50	0,65	Hidraulinė	65 000

* Skaitiklyje – geometrinė, vardiklyje – ribinė.

11 lentelė. Traktorių techninės charakteristikos

Markė	Variklio galia, kW	Važiavimo greitis, km/h*					Didžiausia traukos jėga, kN	Masė, kg	Lyginamasis slėgis, 10 ⁴ Pa
		v-I	v-II	v-III	v-IV	v _{max}			
MTZ-50	40,4	1,65	2,80	5,60	6,85	25,8	14	2980	–
DT- 55A	39,8	3,59	4,65	5,43	6,28	7,92	28	6500	2,5
T-74-S2	55,2	4,51	5,32	6,53	8,01	11,6	30	5220	4,2
DT-75-S2	58,8	5,45	6,08	6,77	7,52	11,5	30	5610	4,4
T-4AP1	95,5	3,47	4,03	4,66	5,20	9,52	40	8150	4,2
K-702	147	8,4**	12,2	31,0	44,5	44,5	60	11 400	–
T-100MZ	79,4	2,36	3,78	4,51	6,45	10,13	100	11 500	4,8

11 lentelės pabaiga

T-100MZ	79,4	2,36	3,78	4,51	6,45	10,13	100	11 800	4,8
T-130.1.G-1	118	3,63	4,40	5,12	6,10	12,45	100	14 030	5,8
T-180G	132	2,86	4,62	6,37	8,66	11,96	150	15 150	5,0
DET-250M	228	1,2**	2,4	4,8	9,6	19,0	250	27 500	6,6
T-330	242	3,6**	6,7	13,8	–	13,8	250	34 700	7,5

* Judėjimo greitis apskaičiuotas neįvertinant buksavimo.

** Kiekviena pavara greitis kinta tolygiai nuo nulio iki nurodyto didžiausio.

12 lentelė. Vilkikų techninės charakteristikos

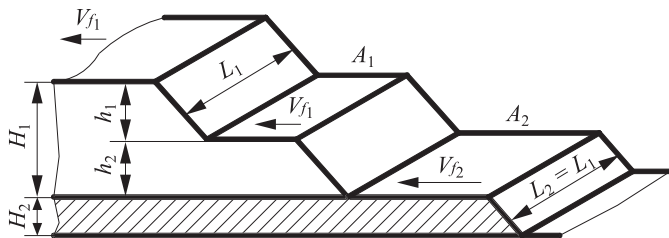
Modelis	Variklio galia, kW	Greitis v, km/h				Masė, kg
		mažiausias pjaunant gruntą	transportinis			
			bekele	gruntkeliu	tvirta danga	
MaZ-529E	132	4	15	25	40	9000
MoAZ-546P	158	4	15	20	40	10 000
MoAZ-542	177	2	10	20	50	12 500
BelAZ-531	265	2	15	25	50	15 000

1.3. Uždaviniai ir pavyzdžiai

1 uždavinys. Nustatyti nuodangos koeficientą k_{nd} , kai kietas naudingosios iškasenos sluoksnis guli horizontaliai ir jis kasamas viena pakopa, kurios aukštis H_2 , o dengiančiosios uolienos, taip pat kietu sluoksniu, nukasamos dviem pakopomis, kurių aukštis atitinkamai h_1 ir h_2 (11 pav.).

S p r e n d i m a s. Kadangi einamasis nuodangos koeficientas skaičiuojamas konkrečiam laiko tarpui t , pvz., mėnesiui, tai tam periodui randama ir nuodangos Q_1 , ir gavybos Q_2 darbų apimtis. Atodangos darbams plokštumoje A_1 pasistūmėjus atstumu L_1 , naudingųjų iškasenų gavyba taip pat pasistūmės atstumu L_1 , o darbų frontas laipsniškai slinks prie karjero ribų vidutiniu greičiu (m/mėn.) v_{j1} ir v_{j2} .

Esant pastovioms pakopų ir popakopių aukščio reikšmėms, gausime



11 pav. 1 uždavinio schema.

$$N_1 = t (h_1 + h_2) L_1 v_{f1} \quad (17)$$

$$N_2 = t H_2 L_1 v_{f2}, \quad (18)$$

kadangi nudengimo ir gavybos darbai vykdomi vienu metu, tai

$$v_{f1} = v_{f2}. \quad (19)$$

Esant šiai sąlygai, nuodangos koeficientas

$$k_{nd} = N_1/N_2 = t (h_1 + h_2) L_1 v_{f1} / (t H_2 L_1 v_{f1}) = (h_1 + h_2)/H_2. \quad (20)$$

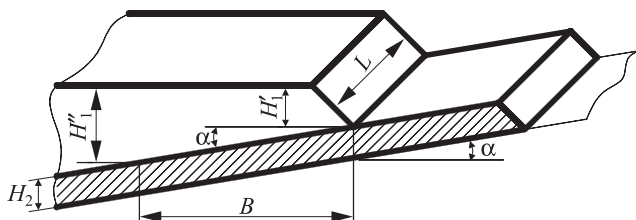
Kai $h_1 = 9,35$ m, $h_2 = 10,6$ m, $H_2 = 8,23$ m,

$$k_{nd} = (9,35 + 10,6) / 8,23 = 2,42.$$

1.1 pavyzdys. Apskaičiuoti nuodangos koeficientą pagal 1 uždavinio sąlygas šioms pakopų parametrų reikšmėms:

Dydis	Matav. vnt.	Dydžių reikšmės	Variantai							
			1	2	3	4	5	6	7	8
H_2	m	pogrūpiams	12,7	13,4	13,9	14,6	6,34	9,85	11,7	12,2
h_1	m	eilės nr. pogrūpyje	18,3	16,5	19,2	17,4	11,8			
h_2	m	lygiagrečių grupių nr.	7,7	6,8	7,4	5,9				

2 uždavinys. Nustatyti einamąjį nuodangos koeficientą k_{nd} , kai tvirtas naudingųjų iškasenų sluoksnis turi nuolydį darbų vykdymo kryptimi, kuris lygus kampui α . Nuodangos ir gavybos darbų pakopų aukščio vertė atitinkamai lygi H_1 ir H_2 (m). Darbų frontas per mėnesį pasislinko atstumu B , m.



12 pav. 2 uždavinio schema.

S p r e n d i m a s. Pagal schemą (12 pav.) matoma, kad esant vienodam darbų fronto pasistūmėjimo greičiui atodangos bei gavybos darbų pakopose, santykis nudengtų uolienų ir naudingų iškasenų, gautų darbų frontui pasistūmėjus atstumu B (esant mažiems α kampams), bus daugmaž proporcingas vidutinėms pakopų aukščio reikšmėms periodo pradžioje ir pabaigoje, t. y. esant baro ilgiui L , nuodangos koeficientas

$$k_{nd} = N_1 / N_2 = LB [(H'_1 + H''_1) / 2] / (LBH_2) = (H'_1 + H''_1) / (2H_2). \quad (21)$$

Kadangi $H''_1 = H'_1 + B \operatorname{tg} \alpha$, tai duotoms sąlygoms uolienų klodų

$$k_{nd} = (2H'_1 + B \operatorname{tg} \alpha) / (2H_2) = (H'_1 + 0,5B \operatorname{tg} \alpha) / H_2. \quad (22)$$

Esant $H'_1 = 9,7$ m, $H_2 = 7,35$ m, $B = 17,2$ m, $\alpha = 4^\circ 20'$,

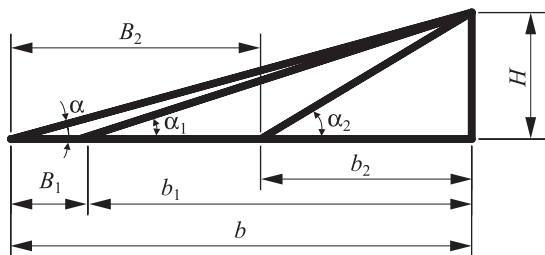
$$\begin{aligned} k_{nd} &= (9,7 + 0,5 \cdot 17,2 \operatorname{tg} 4^\circ 20') / 7,35 = \\ &= (9,7 + 0,5 \cdot 17,2 \cdot 0,0758) / 7,35 = 1,41. \end{aligned}$$

2.1 pavyzdys. Apskaičiuoti einamąjį nuodangos koeficientą pagal 2 uždavinio sąlygas tokioms dydžių reikšmėms: $H_2 = 6,45$ m

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
B , m	14,5	12,4	13,6	14,1	12,7	14,9	13,8	15,7
α , laipsn.	$2^\circ 20'$	$5^\circ 50'$	$1^\circ 30'$	$3^\circ 50'$	$6^\circ 5'$			
H'_1 , m	8,9	7,55	8,26	9,2				

3 uždavinys. Nustatyti einamąjį nuodangos koeficientą pagal 2 uždavinio sąlygas mėnesio pradžioje $k_{nd.pr.m.}$ ir mėnesio pabaigoje $k_{nd.m.g.}$ (frontas per mėnesį pasistūmėjo B dydžiu).

4 uždavinys. Nustatyti smėlio ir molio bei molio uolienų karjero aikštelių pakopų plotį mažesnėms ribinėms pakopų aukščio reikšmėms, stabilaus šlaito kampą darbinėms ir nedarbinėms pakopoms, jeigu eksploatuojamo karjero borto šlaito kampas $\alpha = 20^\circ$.



13 pav. 4 uždavinio schema.

S p r e n d i m a s. Pagal schemą (13 pav.) matyti, kad jei pakopos aukštis H (m), karjero darbinės pakopos šlaito kampas α , ribinis nedarbinės pakopos stabilaus šlaito kampas α_1 ir ribinis darbinės pakopos šlaito kampas α_2 , o šlaitų pagrindai atitinkamose pakopose b , b_1 , b_2 , tai nedarbinės pakopos aikštelės plotis (m):

$$B_1 = b - b_1 = H / \operatorname{tg} \alpha - H / \operatorname{tg} \alpha_1 = H (\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha) / (\operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \alpha_1), \quad (23)$$

o darbinės pakopos

$$B_2 = b - b_2 = H / \operatorname{tg} \alpha - H / \operatorname{tg} \alpha_2 = H (\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha) / (\operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \alpha_2). \quad (24)$$

Imdami pagal 1 lentelę mažesnes ribines šlaito aukščio reikšmes $H = 25$ m, $\alpha_1 = 25^\circ$ ir $\alpha_2 = 35^\circ$, randame B_1 ir B_2 :

$$\begin{aligned} B_1 &= 25(\operatorname{tg} 25^\circ - \operatorname{tg} 20^\circ) / (\operatorname{tg} 20^\circ \operatorname{tg} 25^\circ) = \\ &= 25(0,466 - 0,364) / (0,364 \cdot 0,466) = 15,0 \text{ m}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_2 &= 25(\operatorname{tg} 35^\circ - \operatorname{tg} 20^\circ) / (\operatorname{tg} 20^\circ \operatorname{tg} 35^\circ) = \\ &= 25(0,70 - 0,364) / (0,364 \cdot 0,70) = 33,0 \text{ m}. \end{aligned}$$

5 uždavinys. Apskaičiuoti pakopų aikštelių plotį naudojant smėlio ir molio uolienų karjerą, imant didesnes ribines pakopų aukščio bei darbinių ir nedarbinių pakopų pastovaus šlaito kampo reikšmes, kai karjero darbinio šlaito kampas $\alpha = 25^\circ$.

6 uždavinys. Apskaičiuoti naudojamo vulkaninių uolienu karjero pakopų aikštelių plotį, imant mažesnes darbinių ir nedarbinių pakopų pastovaus šlaito kampo reikšmes, kai pakopos aukštis $H = 27$ m, o karjero darbinio borto šlaito kampas $\alpha = 25^\circ$.

6.1 pavyzdys. Apskaičiuoti karjero pakopų aikštelių plotį pagal 4 uždavinio sąlygas lentelėje duotas ribines pakopų aukščio H ir pastovaus darbinių α_2 ir nedarbinių α_1 pakopų šlaito kampų reikšmes, kai $\alpha = 20^\circ$,

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
H , m	28,0	28,5	26,0	26,5	29,0	27,0	29,5	27,5
α_2 , laipsn.	39	37	41	36	43			
α_1 , laipsn.	28	29	27	26				

6.2 pavyzdys. Apskaičiuoti pakopų aikštelių plotį pagal 6.1 pavyzdžio sąlygas šioms dydžių reikšmėms, kai $\alpha = 22^\circ$,

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
α_2 , laipsn.	26	28	29	27	25,5	26,5	27,5	28,5
α_1 , laipsn.	44	39	40	42	38			
H , m	26,5	27	29,5	28				

7 uždavinys. Apskaičiuoti smėlio sluoksnio perstūmimo smėliu pasipriešinimą, kai normalinė slėgio į postūmio plokštumą jėga $P = 2800$ N.

S p r e n d i m a s. Uolienu ir supiltų medžiagų pasipriešinimas vidiniam postūmiui (N) nustatomas pagal formulę (2). Birioms medžiagoms $\tau_0 = 0$. Pagal 2 lentelę $f_0 = 0,75$. Įrašę šias reikšmes į formulę (2), gausime

$$T = 2800 \cdot 0,75 = 2100 \text{ N.}$$

8 uždavinys. Apskaičiuoti cemento sluoksnio perstūmimo cementu pasipriešinimą, kai normalinė slėgio į postūmio plokštumą jėga $P = 347$ N.

9 uždavinys. Horizontaliu stačiakampio pjūvio plieniniu latakų stumiamas smėlio sluoksnis. Neįvertinant trinties į latakų sienelės, apskaičiuoti sluoksnio pasipriešinimą postūmiui, jei medžiagos prispaudimo prie atraminio paviršiaus jėga $G = 1840$ N.

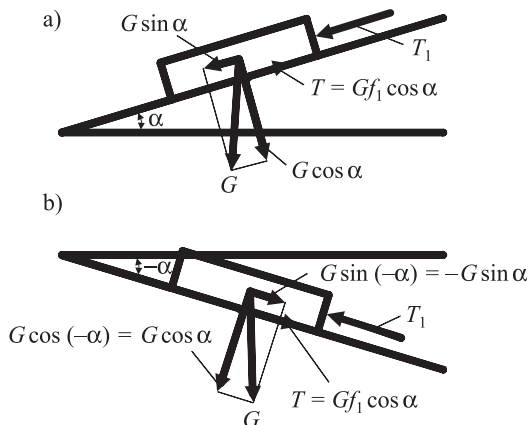
S p r e n d i m a s. Pagal 2 lentelę smėlio $f_1 = 0,73$; horizontalaus latakų $\alpha = 0$, įrašome dydžių reikšmes į formulę (3) ir randame pasipriešinimą postūmiui:

$$T_1 = Gf_1 \cos \alpha - G \sin \alpha;$$

$$T_1 = 1840 \cdot 0,73 = 1340 \text{ N}.$$

10 uždavinys. Nustatyti medžiagos sluoksnio pasipriešinimą postūmiui, kai jis juda pasvirusiu stačiakampio pjūvio plieniniu latakų, pasvirimo kampas α , medžiaga juda pagal nuolydį, medžiagos masė G , medžiagos trinties į plieną koeficientas f_1 , o trintis į latakų šonus sudaro m (%) nuo trinties į latakų dugną.

S p r e n d i m a s. Kadangi medžiagos sluoksnio pasipriešinimas postūmiui, nustatytas pagal formulę (3) ir sudaro 100 %, turi būti padidintas dėl trinties į latakų šonus, tai tikslinga į šią formulę įvesti trinties į bortus (šonus) koeficientą $k_b = (100 + m) / 100$, tada formulė atrodo taip (14 pav.):



14 pav. 10 uždavinio schema.

$$T_1 = (Gf_1 \cos \alpha - G \sin \alpha) k_b, \quad (25)$$

čia T_1 – medžiagos sluoksnio pasipriešinimas, kai jis juda pasvirusiu latakų, N.

11 uždavinys. Skaldos sluoksnis, sveriantis 675 N, stumiamas grandikliais plieniniu stačiakampio pjūvio latakų, pasvirusiu 15° į horizontalą taip, kad skalda latakų kyla į viršų. Apskaičiuoti pasipriešinimą postūmiui, kai trinties jėga į latakų šonus yra 20 % trinties į latakų dugną jėgos.

S p r e n d i m a s. Jei latakų pasvirimo kampą, kai medžiaga slenka žemyn, laikysime teigiamu, o kai slenka aukštyn – neigiamu, ir įvertinsime, kad $\cos(-\alpha) = \cos \alpha$, o $\sin(-\alpha) = -\sin \alpha$, gausime formulę (25), tinkančią nagrinėjamam atvejui (5 pav., b):

$$T_1 = (Gf_1 \cos \alpha + G \sin \alpha) k_b, \quad (26)$$

čia T_1 – pasipriešinimas postūmiui, N; k_b – trinties į šonus koeficientas;

$$k_b = (100 + m) / 100 = (100 + 20) / 100 = 1,2. \quad (27)$$

Pagal 2 lentelę skaldai priimame $f_1 = 0,84$ ir įrašę dydžių reikšmes į formulę (26), gausime

$$\begin{aligned} T_1 &= (675 \cdot 0,84 \cos 20^\circ + 675 \sin 20^\circ) 1,2 = \\ &= (675 \cdot 0,84 \cdot 0,940 + 675 \cdot 0,342) 1,2 = 916 \text{ N}. \end{aligned}$$

11.1 pavyzdys. Apskaičiuoti medžiagos sluoksnio pasipriešinimą postūmiui pagal 11 uždavinio sąlygas, imant tokias latakų pasvirimo kampo α , medžiagos sluoksnio svorio jėgos G ir trinties į šonus koeficiento k_b reikšmes:

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
α , laipsn.	–9	–12	17	6	–7	14	8	–5
f_1^*	1)	2)	3)	4)	5)			
G , N	630	860	740	920				

* Vidutinė šių medžiagų reikšmė: 1) šlakas; 2) cementas; 3) skalda; 4) sausas molis; 5) smėlis; $k_b = 1,25$.

12 uždavinys. Krūmapjovė D-306A valomas sklypas statybų aikštelei, kertami smulkūs medžiai ir krūmai. Sklypo ilgis $L = 420$ m, pagal darbo sąlygas reikia, kad traktorius temptų įrenginį visa jėga ir po du kartus per tą pačią vietą. Apskaičiuoti kelmarovės našumą per vieną valandą.

S p r e n d i m a s. Krūmapjovė D-306A yra pakabinamas įrenginys su hidrauliniu valdymu, montuojamas prie traktoriaus DT-55A.

Pagal 7 lentelę $B = 2,40$ m; pagal 11 lentelę mažiausias traktoriaus DT-55A greitis, užtikrinantis didžiausią tempimo jėgą yra $v_1 = 3,59$ km/val., vadinasi,

$$v_{pj} = 1000 v_1 / 3600 = 1000 \cdot 3,59 / 3600 = 1,00 \text{ m/s.}$$

Pločio b , uždengiamo nuovirtomis nuo nuvalyto ploto, važiuojant gretima juosta ir laiko $t_{aps.}$ skirto traktoriui apsisukti, vidutinės reikšmės imame iš formulės (4): $b = 0,35$ m; $t_{aps} = 90$ s.

Našumą nustatome pagal formulę (4):

$$Q = \frac{3600(2,4 - 0,35)420}{(420 / 1,00 + 90)2} = 3040 \text{ m}^2/\text{val.}$$

13 uždavinys. Apskaičiuoti krūmapjovės vienos valandos našumą pagal 12 uždavinio sąlygas, kai kiekvieno pakartotinio važiavimo ta pačia vieta greitis didesnis.

14 uždavinys. Krūmapjovė valo sklypą, kurio ilgis $L = 670$ m. Sąlygos leidžia išvalyti teritoriją vienu važiavimu, kai traktorius važiuoja antra pavara. Apskaičiuoti krūmapjovės vienos valandos našumą, kai imamos mažiausios juostos perdengimo b ir traktoriaus apsisukimo t_{aps} reikšmės.

15 uždavinys. Apskaičiuoti krūmapjovės KB-4 našumą per valandą, kai ji dirba pirma pavara, jei sklypo ilgis $L = 810$ m, ta pačia vieta važiuojama vieną kartą, esant didžiausioms juostos užvertimo b ir traktoriaus apsisukimo t_{aps} reikšmėms.

15.1 pavyzdys. Apskaičiuoti krūmapjovės vienos valandos našumą pagal 12 uždavinio sąlygas ir pagal reikšmes iš variantų lentelės:

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
L , m	1160	618	1250	1140	956	845	724	530
Krūmapjovė, (modelis)*	1)	2)	3)	4)	5)			
b , m	0,4	0,5	0,3	0,2				

* 1) D-306A; 2) D-514A; 3) KB- 4; 4) D-174G; 5) DP-24.

16 uždavinys. Pagal 12.1 pavyzdžio rezultatus apskaičiuoti lyginamąjį krūmapjovės našumą, tenkantį pakabinamo įrenginio masės vienetui m_i ir masės vienetui įrenginio su traktoriumi m_{it} .

S p r e n d i m a s. Variantui, pvz., 39 (8-as „penketukas“, 4-as nr. pagal eilę „penketuke“) ir ketvirtai paralelinei grupei $L = 530$ m; $b = 0,2$ m; krūmapjovė D-174 G; $n_{pr} = 2$; $t_{aps} = 90$ s.

Pagal 7 lentelę krūmapjovės verstuvo darbo zonos plotis $B = 3,60$ m ir dirba su traktoriumi T-100 mž, kurio $v_1 = 2,36$ km/h (11 lent.)reiškia $v_{sr} = v_1 / 3,6 = 2,36 / 3,6 = 0,655$ m/s. Tada pagal formulę (4)

$$Q = \frac{3600(3,6 - 0,2)530}{(530 / 0,655 + 90)2} = 3610 \text{ m}^2/\text{val.}$$

Pagal 7 lentelę krūmapjovės įrenginio masė $m_i = 2,9$ T, o įrenginio su traktoriumi masė $m_{it} = 14,4$ t. Lyginamasis našumas sudarys

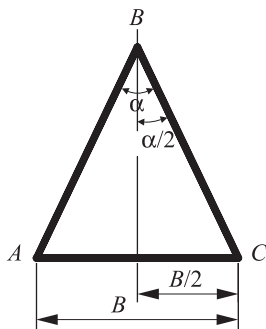
$$Q_1 = Q/m_i = 3610 / 2,9 = 1240 \text{ m}^2/(\text{val.} \cdot \text{t});$$

$$Q_2 = Q/m_{it} = 3610 / 14,4 = 251 \text{ m}^2/(\text{val.} \cdot \text{t}).$$

17 uždavinys. Apskaičiuoti krūmapjovės D-174G peilio ilgį.

S p r e n d i m a s. Pagal 7 lentelę peiliai įrengti vienas prie kito 64° kampų, t. y. nuovirta sudaro *lygiašonį trikampį ABC* (15 pav.), kurio viršūnės *B* kampas lygus 64° . Kraštinė *AC* atitinka $B = 3,60$ m; $KC = B / 2$, o peilio ilgis

$$L = BC = KC / (\sin \alpha / 2); L = 3,60 / (2 \sin 32^\circ) = 3,60 / (2 \cdot 0,530) = 3,40 \text{ m.}$$



15 pav. 17 uždavinio schema.

18 uždavinys. Purentuvu DP-15C purenamas kietas sklypo, kurio ilgis $L = 64$ m, gruntas. Apskaičiuoti purentuvo vienos valandos našumą, jei gruntas išpurenamas giliausiai, ta pačia juosta važiuojant tris kartus.

S p r e n d i m a s. Našumas ($\text{m}^3/\text{val.}$) apskaičiuojamas pagal (5) formulę, imant vidutines reikšmes: juostos užvertimo plotis $b = 0,15$ m ir traktoriaus apsukimo trukmė $t_{aps} = 45$ s.

Pagal 8 lentelę duotos markės purentuvus kabinamas prie traktoriaus T-100MZGP ir purena gruntą iki $h = 0,4$ m gylio. Purenimo juostos plotis $B = 1,48$ m. Pagal 11 lentelę mažiausias traktoriaus greitis, užtikrinantis geriausią purenimą, $v_1 = 2,36$ km/h, tada $v_{vid} = 2,36 / 3,6 = 0,656$ m/s. Įrašę dydžių reikšmes į (5) formulę, gausime:

$$Q = \frac{3600(1,48 - 0,15)64 \cdot 0,4}{(64 / 0,656 + 45)3} = 288 \text{ m}^3/\text{val.}$$

18.1 pavyzdys. Apskaičiuoti purentuvo vienos valandos našumą pagal 18 uždavinio sąlygas duotų modelių mašinoms tokiomis dydžių reikšmėmis:

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
$L, \text{ m}$	85,5	63,8	107	93,6	123	74,5	119	52,5
Purentuvus (markė)*	1)	2)	3)	4)	2)			
$t_{aps}, \text{ s}$	38	47	52	59				

*1) DP-9C; 2) DP-26C; 3) DP-22; 4) DP-15C.

19 uždavinys. Apskaičiuoti purentuvo DP-22 vienos valandos našumą pagal 18.1 pavyzdžio sąlygas, kai didžiausias purenimo gylis pasiekiamas ta pačia juosta važiuojant du kartus, įjungus antrą traktoriaus pavarą.

20 uždavinys. Pagal 18.1 pavyzdžio rezultatus apskaičiuoti lyginamąjį purentuvų našumą, tenkantį vienam purenimo įrenginio masės vienetui m_i ir vienam purinimo įrenginio su traktoriumi masės vienetui m_{it} .

21 uždavinys. Nerišliam gruntui, panašiam į priemolį, kasti, perkeliant jį atstumu $l_2 = 40$ m ir sukrauti sluoksniais sklype $l_3 = 10$ m, buvo naudojamas buldozeris DZ-42. Apskaičiuoti buldozerio našumą per valandą horizontaliame sklype, jeigu gruntas surenkamas per pjovimo ilgį $l_1 = 8$ m, kai pjaunama, perkeliama ir išpilama sluoksniu viena linija, o darbo sąlygos leidžia traktoriui dirbti pirma pavara pjaunant, antra – kai uoliena transportuojama ir išpilama, ir didžiausiu greičiu buldozeris gali grįžti į kasavietę.

S p r e n d i m a s. Skaičiuojame pagal formules (6), (8) ir (10).

9 lentelėje surandame, kad buldozerio verstuvų yra $B = 2,52$ m pločio ir $H = 0,95$ m aukščio ir kabinamas prie traktoriaus DT-75 C2. Pagal 11 lentelę šio traktoriaus $v_1 = 5,45$ km/h, $v_{II} = 6,08$ km/h, $v_{\max} = 11,5$ km/h. Apskaičiuojame greičių reikšmes, įeinančias į 10 formulę: $v_1 = v_I / 3,6 = 5,45 / 3,6 = 1,51$ m/s; $v_2 = v_3 = v_{II} / 3,6 = 6,08 / 3,6 = 1,69$ m/s; $v_4 = v_{\max} / 3,6 = 11,5 / 3,6 = 3,19$ m/s.

Pagal uždavinio sąlygas $l_4 = l_1 + l_2 + l_3 = 8 + 40 + 10 = 58$ m; $n_p = 3$; $n_o = 5$; $n_{aps} = 2$. Atitinkamai t imame vidutinės reikšmės iš formulės (10). Tada $t_p = 2,5$ s; $t_o = 4,5$ s; $t_{aps} = 12,5$ s.

Prizmės koeficientui nustatyti randame santykį $H/B = 0,95/2,52 = 0,377$. Pagal 5 lentelę $k_{pr} = 1,2$. Lengvo priemolio, priskiriamam prie II kategorijos kalnų uolienų, (žr. 4. lentelę), vidutinis išpurenimo koeficientas $k_{pur} = 1,16$. Pagal formulę (6) $k_{pl} = 0,85$, o $k_{nuol} = 1$, nes apdirbamas sklypas horizontalus. Įrašysime dydžių reikšmes su atitinkamais matmenimis į formules (10), (8), ir (6) ir gausime:

$$t_{cikl} = \frac{8}{1,51} + \frac{40}{1,69} + \frac{10}{1,69} + \frac{58}{3,19} + 3 \cdot 2,5 + 5 \cdot 4,5 + 2 \cdot 12,5 = 108 \text{ s},$$

$$V_{priz} = \frac{2,52 \cdot 0,95^2}{2 \cdot 1,2} = 0,948 \text{ m}^3,$$

$$Q = \frac{3600 \cdot 0,948 \cdot 1 \cdot 0,85}{108 \cdot 1,16} = 23,2 \text{ m}^3/\text{val.}$$

21.1 pavyzdys. Pagal 21 uždavinio sąlygas apskaičiuoti šių dydžių variantų buldozerio vienos valandos našumą:

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
l_2 , m	54	73	27	68	42	35	86	91
buldozeris (markė)*	1)	2)	3)	4)	5)			
grunto kategorija	I	III	II	IV				

* 1) DZ-118; 2) DZ-53; 3) DZ-110XL; 4) DZ-29; 5) DZ-35.

21.2 pavyzdys. Pagal 21 uždavinio sąlygą apskaičiuoti šių dydžių variantų buldozerio vienos valandos našumą:

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
buldozeris (markė)*	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)
l_2 , m	64	48	55	36	72			
nuokalnė, %	10	–	5	–				
įkalnė, %	–	5	–	10				

* 1) DZ-104; 2) DZ-54C; 3) DZ-101; 4) DZ-42; 5) DZ-18; 6) DZ-34C; 7) DZ0- 37; 8) DZ-109 XL.

22 uždavinys. Priesmėlio tipo I apdorojimo sunkumo kategorijos kalnų uolieną, turinčią natūralų šlaitą $\alpha = 38^\circ$, stumdo buldozeris DZ-101 atstumu $l_2 = 60$ m. Palyginti išpurentos uolienos tūrį, esančią prieš išpylimą (vilkimo prizmės tūrį), apskaičiuoti naudojant formules (7) ir (8).

S p r e n d i m a s. Stumiamos prizmės tūrį (m^3) nustatome pagal formulę (7), kartu nuostolių koeficientas $k_{ns} = (1 - 0,005 L_r)$ atsižvel-

gia tik į transportavimo kelią L_t . Duotu atveju $t = l_2 = 60$ m, o $k_{ns} = 1 - 0,005 \cdot 60 = 0,7$. Buldozerio DZ-101 verstuvo plotis $B = 2,86$ m ir aukštis $H = 0,95$ m. Tada

$$V_{pr} = 2,86 \cdot 0,95^2 \cdot 0,7 / (2 \operatorname{tg} 38^\circ) = 2,86 \cdot 0,908 \cdot 0,7 / (2 \cdot 0,781) = 1,16 \text{ m}^3.$$

Esant santykiui $H/B = 0,95 / 2,86 = 0,33 \approx 0,3$, tai nerišlioms uolienoms, pagal 5 lentelę, $k_{pr} = 1,2$ ir stumiamos prizmės tūris pagal (8) formulę

$$V'_{pr} = 2,86 \cdot 0,95^2 / (2 \cdot 1,2) = 1,08 \text{ m}^3.$$

Palyginę rezultatus matome, kad šiuo atveju skirtumas neviršija 7 %. Tačiau imant kitas α ir l_2 reikšmes, skirtumas gali būti didesnis. Praktiniams apskaičiavimams tinkamesnė bus formulė (8).

23 uždavinys. Apskaičiuoti buldozerio DZ-27C vienos pamainos našumą pagal 21 uždavinio sąlygas, kai kasama I apdorojimo sunkumo kategorijos kalnų uoliena, vietovės reljefas turi 5 % nuolydžio šlaitą, pamainos trukmė $t_{pam} = 8$ val., o papildomas pamainos panaudojimo koeficientas $k_{pp} = 0,9$, t. y. $N_{pam} = N_{val} t_{pam} k_{pp}$.

24 uždavinys. Apskaičiuoti stumiamos prizmės tūrį V_{pr} pagal 22 uždavinio sąlygas, kai buldozeris D-540 kasa tvirtą uolieną, turinčią natūralų šlaitą $\alpha = 33^\circ$, o transportavimo kelias yra 40 m.

25 uždavinys. Apskaičiuoti pagal 21 uždavinio sąlygas buldozerio DZ-48, kasančio I apdirbimo sunkumo kategorijos kalnų uolieną, sklype, turinčiame 15 % nuolydį, vienos valandos našumą.

26 uždavinys. Pagal 21.2 pavyzdžio sąlygas apskaičiuoti buldozerių lyginamąjį našumą, tenkantį vienam buldozerio įrenginio masės vienetui m_{ir} , ir vienam buldozerio su traktoriumi masės vienetui $m_{ir, tr.}$ [$\text{m}^3 / (\text{val.} \cdot \text{T})$] (9 lentelė).

27 uždavinys. Nuodangos darbams ant I apdorojimo sunkumo kategorijos uolienų (priesmėlio) naudojamas prikabinamas ratinis skreperis DZ-20, jis nupjauna grunto sluoksnį kaušo peiliu horizontaliame sklype, kurio ilgis l_1 , esant mažiausiam traktoriaus greičiui ir stūmimo darbui, perkelia jį atstumu $l_2 = 1200$ m į krūvą, esančią apdorotoje karjero vietoje (judėjimas nuolydin III pavara), išpila kaušą sklype atkarpoje, kurios ilgis l_3 , esant greičiui, atitinkančiam II traktoriaus pavara, ir grįžta į pradinę padėtį didžiausiu greičiu.

Apskaičiuoti skreperio vienos valandos našumą, esant maksimaliai pakrautam kaušui.

S p r e n d i m a s. Skaičiuojame pagal formules (11), (12), (14) ir (15). Išrašome pagrindines ir pagalbines formules, sudarome dydžių lentelę. Pagal lenteles, žinytus, taip pat apskaičiavimus randame dydžių reikšmes atsižvelgiant į reikalaujamas ribas ir įrašome jas į lentelę prie atitinkamų raidžių. Pagal 10 lentelę ir uždavinio sąlygas $V = 7 \text{ m}^3$; $B = 2,65 \text{ m}$, $h_{pj.} = 0,3 \text{ m}$; $h = 0,5 \text{ m}$. Skreperis dirba su traktoriaumi T-100MZGP. Pagal 11 lentelę $v_I = 2,36 \text{ km/val.}$; $v_{II} = 3,78 \text{ km/val.}$; $v_{III} = 4,51 \text{ km/val.}$; $v_{\max} = 10,13 \text{ km/val.}$, iš čia išeina, kad $v_1 = 2,36/3,6 = 0,656 \text{ m/s}$; $v_2 = 4,51/3,6 = 1,25 \text{ m/s}$; $v_3 = 3,78/3,6 = 1,05 \text{ m/s}$; $v_4 = 10,13/3,6 = 2,81 \text{ m/s}$.

Pagal 4 ir 6 lentelių dydžių reikšmes, paaiškinančias formules, ir uždavinio sąlygas, priimame $k_{pr} = 1,08$; $k_{nuost} = 0,17$; $k_{užp} = 9/7 = 1,29$; $k_{pn} = 0,8$; $t_{per} = 5 \text{ s}$; $n_{perj} = 4$; $t_{aps} = 23 \text{ s}$; $n_{aps} = 2$. Įrašome atitinkamų dydžių reikšmes į formules ir randame: $F_{pjov.} = 2,65 \cdot 0,3 = 0,795 \text{ m}^2$; $F = 2,65 \cdot 0,5 = 1,32 \text{ m}^2$.

$$l_1 = 7 (1 + 0,17) 1,29 / (0,795 \cdot 1,08) = 12,3 \text{ m};$$

$$l_3 = 7 \cdot 1,29 / 1,32 = 6,84 \text{ m}; l_4 = 12,3 + 1200 + 6,84 = 1220 \text{ m};$$

$$t_c = 12,3/0,656 + 1200/1,25 + 6,84/1,05 + 1220/2,81 + 4 \cdot 5 + 2 \cdot 23 = 1485 \text{ s}.$$

$$N = 3600 \cdot 7 \cdot 1,29 \cdot 0,8 / (1480 \cdot 1,08) = 16,3 \text{ m}^3/\text{val}.$$

27.1 pavyzdys. Pagal 27 uždavinio sąlygas apskaičiuoti ratinių skreperių valandinį našumą remiantis šiais variantais:

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
l_2 , m	985	1150	860	1030	940	795	870	1040
Skreperis (markė)*	1)	2)	3)	4)	5)			
Gruntas**	1)	2)	3)	4)				

* 1) DZ-33; 2) D-511; 3) DZ-111; 4) DZ-77C; 5) DZ-12.

** 1) priesmėlis; 2) drėgnas priemolis; 3) smėlis; 4) sausas priemolis.

28 uždavinys. Ratiniu skreperiu kasama II kategorijos pagal apdirbimo sunkumą kalnų uoliena (sausas purus priemolis). Kaušas pripildomas tolygiai, I vilkiko greičio pavara. Transportuojama atstumu $l_2 = 2700$ m II pavara, iškrauna taip pat II pavara, o grįžtama į kasavietę didžiausiu greičiu. Apskaičiuoti valandinį skreperio našumą, esant maksimaliai apkrautam kaušui, įskaitant vilkiko ratų buksavimą pjaunant kalnų uolieną.

28.1 pavyzdys. Pagal 28 uždavinio sąlygas apskaičiuoti valandinį ratinių skreperių našumą, esant tokiems variantams:

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
l_2 , m	2350	1980	2570	2640	1830	2190	2210	1700
Skreperis (markė)*	1)	2)	3)	4)	5)			
$k_{pripild.}$	1,06	1,15	1,09	1,12				

* 1) DZ-20B; 2) DZ-11P; 3) D-392; 4) DZ-12; 5) DZ-74.

28.2 pavyzdys. Apskaičiuoti lyninių skreperių našumą ($m^3/val.$), [16 formulė] pagal tokius variantus:

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
V , m^3	0,65	0,5	1,5	1,0	0,65	0,5	1,5	1,0
l_0 , m	83	104	76	98	72	87	109	66
$k_{pripild.}$	1,1	1,2	0,9	0,8	1,2	1,1	0,8	0,8
v_d , m/s	0,46	0,83	0,52	0,77	0,91			
v_p , m/s	0,98	1,34	1,26	1,33	1,4			
$k_{išn}$	0,83	0,7	0,87	0,90	0,76			
t_{pers} , s	3	5	4	3,5				
k_{pur}	1,23	1,02	1,17	1,09				

29 uždavinys. Pagal 27.1 pavyzdžių rezultatus apskaičiuoti lyginamąjį ratinių skreperių našumą su įrenginiu ir traktoriumi [$\text{m}^3/\text{val.} \cdot \text{t}$] (žr. 10 lentelę).

30 uždavinys. Pagal 28.1 pavyzdžių rezultatus apskaičiuoti lyginamąjį ratinių skreperių našumą, tenkantį skreperio su įrenginiu ir su vilkiku masės vienetui [$\text{m}^3/\text{val.} \cdot \text{t}$] (žr. 10 lentelę).

2. ESKAVATORIAI

2.1. Teorijos elementai ir skaičiavimo formulės

2.1.1. Vienakaušiai ekskavatoriai

Vienakaušiai ekskavatoriai naudojami sunkiems kasimo darbams atlikti, gruntą perkeldami kaušu nedideliu atstumu, pasukant platformą ir gruntą pakraunant į transportavimo priemones.

Šie ekskavatoriai turi įvairią darbinę įrangą. Dažniausiai naudojamas mechaninis tiesioginis kastuvas su standžia kaušo ir strėlės jungtimi ir dideliu apvertimo momentu, atsirandančiu kasant, o tai labai apriboja ekskavatoriaus strėlės ilgį.



16 pav. Tiesioginio kasimo ekskavatorius su lynine pavara.



17 pav. Atbulinio kasimo ekskavatorius su hidrauline darbo įrangos pavara.



18 pav. Pakabinama ekskavatoriaus darbo įranga.



a



b

19 pav. Vienkaušis ekskavatorius su automobiline važiuokle:
a – tiesioginio kasimo; b – atbulinio kasimo.

Vienakaušio ekskavatoriaus su tiesioginio kasimo kaušu mechaniniu kastuvu, strėlės ilgis (m) apskaičiuojamas pagal empirinę formulę

$$l_c = k\sqrt[3]{m}, \quad (28)$$

čia m – ekskavatoriaus masė, t; k – koeficientas (universaliems ekskavatoriams $k = 1,9 - 2,1$; karjeriniams – $k = 1,85$).

Vienakaušiai ekskavatoriai dirba cikliška.

Teorinis vienakaušių ekskavatorių našumas yra sąlyginis ir lygus grunto kiekiui, kur į ekskavatorius galėtų iškasti per vieną valandą nepertraukto darbo, esant nustatytai ciklo trukmei ir kai kiekviena grunto porcija, iškasta per vieną ciklą, lygi geometrinei kaušo talpai.



20 pav. Atbulinio kasimo vienkaušiai ekskavatoriai su specialia vikšrine (viršuje) ir ratine važiuokle.

Teorinis našumas ($\text{m}^3/\text{val.}$)

$$Q_0 = 60 V n_o, \quad (29)$$

čia V – geometrinė kaušo talpa, m^3 ; n_o – teorinis ciklų skaičius per minutę, kai platforma kaušui iškrauti ir atgal į kasimo vietą pasukama 90° , esant skaičiuojamajam greičiui ir jėgoms;

$$n_o = 60 / t_c, \quad (30)$$

čia t_c – teorinė ciklo trukmė, s.

Techninis našumas įvertina realias darbo sąlygas, t. y. eksploatuojamo grunto savybes, jo išpurenimo galimybes, kaušo pripildymo laipsnį, kasavietės ypatumus, bet neįvertina ekskavatoriaus prastovų. Tai yra didžiausias našumas, galimas, esant tokioms sąlygoms ir nepertrauktam darbui.

Eksploatacinis našumas atsižvelgia į darbo ypatybes konkrečiomis sąlygomis, kartu ir į prastovas, numatytas pagal darbų projektą. Eksploatacinis arba faktinis vienakaušio ekskavatoriaus našumas ($\text{m}^3/\text{val.}$)

$$Q = 60 V n k_u k_{pl} / k_{pr}, \quad (31)$$

čia V – geometrinė kaušo talpa, m^3 ; n – faktinis ciklų skaičius minutėmis (statybiniams ir karjerų ekskavatoriams $n = 2-4$); k_u – kaušo pripildymo koeficientas ($k_u = 0,55-1,5$); k_{pl} – ekskavatoriaus panaudojimo koeficientas per laiką, lygus santykiui valandų gryno ekskavatoriaus darbo ir darbo pamainų trukmės, per ataskaitinį laikotarpį ($k_{pl} = 0,7-0,8$); k_{pr} – grunto išpurenimo koeficientas (žr. 4 lentelę).

Kaušo pripildymo ir grunto išpurenimo koeficientai priklauso nuo grunto savybių, todėl jų santykį jungia viena bendra sąvoka – grunto kasimo koeficientas $k_k = k_u / k_{pr}$. Jis keičiasi nuo 0,6 kietoms uolienoms iki 0,87 birioms uolienoms (smėlis, priemolis, durpės).

Ciklų skaičius per minutę

$$n = 60 / t_c, \quad (32)$$

čia t_c – faktinė ciklo trukmė, s.

Našumas ($\text{m}^3/\text{val.}$)

$$Q = 3600 V k_{užp} k_{pan} / (t_c k_{išt}). \quad (33)$$

Geometrinė kaušo talpa (m^3)

$$V = cBHL, \quad (34)$$

čia c – kaušo dugno formos ir sienelių suapvalinimo koeficientas (dantytų kaušų $c = 0,9$; kaušų su pusapvaliu pjaunančiu kraštu $c = 0,75$); B, H, L – atitinkamai kaušo plotis, aukštis ir ilgis, išmatuoti tarp vidinių kaušo sienelių paviršių, taip pat tarp kaušo dugno ir viršutinio sienelės krašto, m.

Tiesioginio ir atbulinio kasimo kaušų aukštis H matuojamas nuo dantytosios sienelės vidurio iki sienelės, prie kurios tvirtinama rankena. Norint tiksliau nustatyti kaušo talpą, H ir L apskaičiuojami kaip vidutinės ribinių dydžių reikšmės, turint omenyje, kad tiesioginio kasimo kaušas iškrovimo patogumui į apačią yra plėtėjantis.

Ciklo trukmė (s)

$$t_c = t_k + t_{aps} + t_{išk} + t_{aps}, \quad (35)$$

čia t_k – kasimo trukmė, s; t_{aps} – visas apsisukimo iškrovai laikas, s; $t_{išk}$ – kaušo iškrovimo trukmė, s; t_{aps} – visas pasisukimo laikas kaušui grįžti į kasavietę, s.

Kasimo trukmė (s)

$$t_k = l_k / v_{pak}, \quad (36)$$

čia l_k – kelias, kurį kaušas įveikia kasdamas, m; v_{pak} – kaušo pakėlimo greitis kasant, m/s.

Tiesioginio kasimo kaušo, valdomo mechaniškai ir turinčio vieną judamąjį bloką, pakėlimo greitis (m/s)

$$v_{pak} = v_b / 2, \quad (37)$$

čia v_b – sukto būgno apsisukimo greitis, m/s;

$$v_b = \pi D_b n_b, \quad (38)$$

čia D_b – suktuvo būgno skersmuo, m; n_b – suktuvo būgno apsisukimo dažnis, s^{-1} .

Ekskavatoriui, kurio visi mechanizmai veikia nuo vieno variklio (21 pav.),

$$N_b = n_{var} z_1 z_5 / (u_{red} z_2 z_b), \quad (39)$$

čia n_{var} – variklio veleno sukimosi dažnis, s^{-1} , u_{red} – reduktoriaus perdavimo skaičius.

Platformos pasisukimo duotu kampu laikas (s)

$$t_{aps} = \alpha t_{pl} / 360, \quad (40)$$

čia α – platformos pasisukimo kampas, laipsn.; t_{pl} – platformos vieno pasisukimo trukmė, s;

$$t_{pl} = 1 / n_{pl}, \quad (41)$$

čia n_{pl} – platformos sukimosi dažnis, s^{-1} .

Sukant platformą planetiniu mechanizmu su išoriniu sukabinimu, t. y. mažajam povainikiniam mechanizmo krumpliaračiui riedant nejudančiu vainikiniu krumpliaračiu, priklausomybė tarp sukimosi dažnio ir krumplių skaičiaus nustatoma pagal formulę

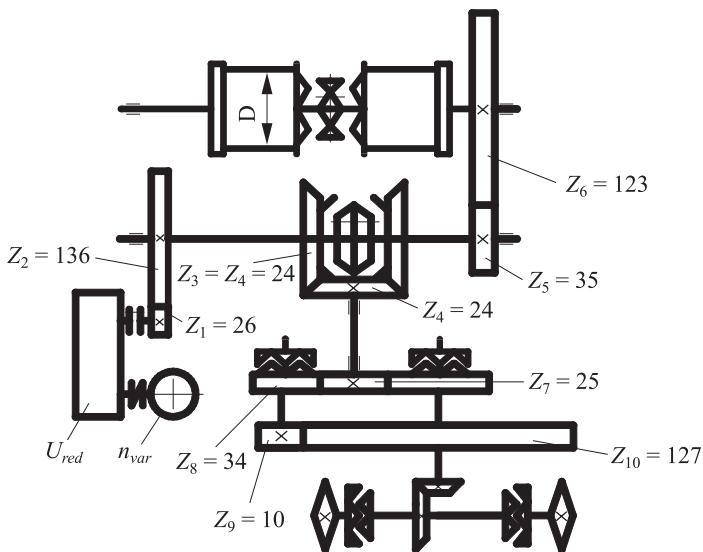
$$n_{pl} = n_s / (z_{10} / z_9 + 1), \quad (42)$$

čia n_s – pasukimo mechanizmo veleno sukimosi dažnis, s^{-1} ; z_9 – mažojo krumpliaračio krumplių skaičius; z_{10} – vainikinio krumpliaračio krumplių skaičius.

Pagal schemą (21 pav.) veleno sukimosi dažnis (s^{-1})

$$n_v = n_{var} z_1 z_3 z_7 / (u_{red} z_2 z_4 z_8). \quad (43)$$

Kalbant apie ekskavatoriaus našumą, omenyje turimas jo naudojimo našumas.



21 pav. Vienakaušio ekskavatoriaus kinematinė schema.

Ekskavatorių darbo procesas:

<http://www.youtube.com/watch?v=eFN0Q5Jmof8&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=RzucYXHrule&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=U80VkzXzjOU&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=YIdDiM12dqY&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=eJkyEcEJzVg&feature=related>

2.1.2. Daugiakaušiai ekskavatoriai

Daugiakaušiai ekskavatoriai – tai savaeigės nepertraukiamo veikimo žemkasės mašinos, apdorojančios gruntą kaušais, kurie pritvirtinti ant uždarytų lankstinių – plokštelių grandinių arba rotorius. Daugiakaušiai karjeriniai ekskavatoriai gali kasti uolienas aukštomis pakopomis, o grandininiai daugiakaušiai skersinio kasimo ekskavatoriai, be to, leidžia lyginti šlaitus.

<http://www.youtube.com/watch?v=72HWCrUNnuc>
<http://www.youtube.com/watch?v=tcQ3ngQwTp8&feature=related>



a



b



c



d

22 pav. Grandininiai (a, d) ir rotoriniai (b, c) daugiakaušiai ekskavatoriai.

Grandinės su kaušais judėjimo greičio (v_{gr}) ir ekskavatoriaus važiavimo darbinio greičio (v_{eks}) santykis yra svarbus parametras, nusakantis daugiakaušio skersinio kasimo ekskavatoriaus darbo efektyvumą. Kai ekskavatoriaus važiavimo greitis grandinės judėjimo greičio atžvilgiu yra minimalus, darbas bus neefektyvus, nes tik nedidelė kaušo pjaunančios briaunos dalis pjauna gruntą, kita dalis tik juda virš jau prieš tai einančio kaušo nupjautos vietos. Esant labai dideliame ekskavatoriaus greičiui, tarp nupjautų ruožų liks nepalietų vietų, o tai yra neleistina. Geriausią rezultatą duoda toks greičių santykis, kuriam esant gretimų kaušų nupjauto grunto juostos eina viena šalia kitos.

Tai pasiekama, kai kaušo greičio v_k vektorius lygiagretus linijai MN (8 pav.), einančiai per dviejų gretimų kaušų kraštinius priešingų pjaunančių briaunų taškus.

Iš greičių trikampio ABC

$$v_{eks} / v_{gr} = \operatorname{tg} \alpha_1, \quad (44)$$

iš schemos (23 pav.)

$$\alpha_1 = \alpha, \quad \operatorname{tg} \alpha = b / t, \quad (45)$$

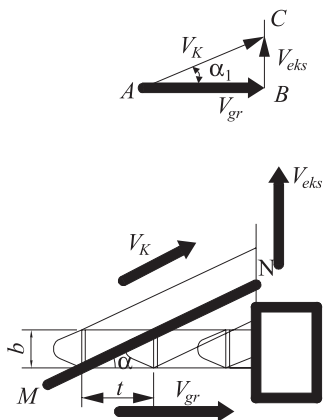
čia b – kaušo pjaunančios briaunos plotis, m; t – kaušų žingsnis (atstumas tarp gretimų kaušų tų pačių taškų), m.

Pagal formules (44) ir (45)

$$v_{eks} / v_{gr} = b / t, \quad (46)$$

iš čia ekskavatoriaus greitis (m/s)

$$v_{eks} = v_{gr} b / t. \quad (47)$$



23 pav. Ekskavatoriaus ir kaušinės grandinės su kaušais greičių atitikimo schema.

Daugiakaušių ekskavatorių našumas skirstomas į teorinį, techninį ir efektyvųjį. Konkrečiame objekte skaičiuojamas efektyvusis našumas ($\text{m}^3/\text{val.}$):

$$Q = 60 V n k_k k_{pl}, \quad (48)$$

čia V – geometrinė kaušo talpa, m^3 ; k_k – kasimo koeficientas ($k_k = 0,65 \dots 0,91$); k_{pl} – ekskavatoriaus panaudojimo koeficientas ($k_{pl} = 0,7 \dots 0,9$); n – per 1 min. iškrautų kaušų skaičius;

$$n = 60 v_{gr} / t, \quad (49)$$

čia v_g – kaušų grandinės greitis, m/s; t – kaušų žingsnis, m.

Jeigu nėra nurodytas kasimo koeficientas, tai imamas santykis tarp kaušo pripildymo koeficiento k_u ir grunto išpurenimo koeficiento $k_{pr} = k_u / k_{pr}$. Siekiant visiškai įvertinti grunto savybes, į formulę (48) įvedamas grunto apdorojimo sunkumo koeficientas k_{sk} arba grunto savybių koeficientas $k_g = k_u k_{sk} / k_{pr}$. Efektyvusis daugiakaušio ekskavatoriaus našumas bus (m³/val.)

$$Q = 3600 V v_{gr} k_u k_{sk} k_{pl} / (t k_{pr}) \quad (50)$$

arba

$$Q = 60 V n k_g k_{pl}. \quad (51)$$

2.2. Techninės ekskavatorių charakteristikos

Techninės charakteristikos ir koeficientų reikšmės pateiktos 13–21 lentelėse. Lentelių duomenys naudojami sprendžiant uždavinius ir pavyzdžius.

13 lentelė. Statybiniai vienakaušiai universalūs ekskavatoriai su tiesioginio kasimo kaušu

Charakteristikos	Ekskavatoriaus markė										
	EO 2621A	EO 3111V	EO 3322A	E 652B	EO 4121	EO 5111AS	EO 5112A	E 1252B	EO 5122	E 250	EO 6121
Kaušo talpa, m ³ :											
IV kateg. gruntui kasti ir skalдай pakrauti, V'	0,25	0,4	0,5	0,65	0,65	1,0	1,0	1,25	1,25	2,5	2,5
II ir III kateg. gruntui kasti, V''	–	–	–	0,8	1,0	–	–	1,5	1,6	3,0	–
Ciklo trukmė esant posūkio kampui 90° su išpylimu, s	15	15	16	15	16	17	19	21	20	22	22

13 lentelės pabaiga

Ekskavatoriaus masė, t	5,7	11,6	14,8	21,2	21,6	35	35	42,5	36	94	56,2
Lyginamasis slėgis į gruntą, 10^4 Pa	–	4,9	–	6,5	6,5	8,7	10,4	8,8	8,3	12,5	10,0
Darbo padargo tvirtinimo būdas: lankstus (l), standus (s)	s	l	s	l	s	l	l	l	s	l	s

14 lentelė. Vienakaušiai karjeriniai ir nuodangų ekskavatoriai

Charakteristikos	Ekskavatoriaus markė								
	EKG 4,6B	EKG 4U	EKG 6,3US	EKG 8Y	EG 12	EKG 12,5	EKG 20	EVG 15	EVG 35,65M
Kaušo talpa, m^3 :									
IV kateg. gruntui ir skaldai kasti, V'	4,6	4,0	6,3	8,0	12,5	12,5	20	15	35
II ir III kateg. gruntui kasti, V''	4,6	5,0	6,3	10	12,5	16	25	25	50
Ciklo trukmė, kai pasisukimo kampas 90° , kasant IV kateg. gruntą, s	23	30	28	26	33	28	28	50	47–83
Ekskavatoriaus masė, t	163	336	340	338	260	638	734	1150	3850
Lyginamasis slėgis į gruntą, 10^4 Pa	17,5	20	21	21	17	20	25	26	32
Darbo padargų tvirtinimo būdas: lankstus (l), standus (s)	l	l	l	l	s	l	l	l	l

15 lentelė. Vienkaušiai žingsniuojantys draglained

Charakteristikos	Ekskavatoriaus markė						
	EŠ-45M	EŠ-10.70A	EŠ-13.50	EŠ-15.90A	EŠ-25.100B	EŠ-40.85	EŠ-100.100
Kaušo talpa, m ³	6 ir 8	10	13	15 ir 20	25 ir 30	40	80, 90, 100
Strėlės ilgis, m	45	70	50	90	100	85	100
Ciklo trukmė, kai pasukimo kampas 135°	42	54	40	63	60	60	60
Ekskavatoriaus masė, t	285	680	603	1600	3060	3200	10 250
Lyginamasis slėgis į gruntą, 10 ⁴ Pa	6	9,4	8,4	10	12	13	18

16 lentelė. Skersinio kasimo daugiakaušiai ekskavatoriai

Charakteristikos	Ekskavatoriaus markė				
	EM-182	EM-201A	EM-302	KM	EM-503
Kaušo talpa, m ³	18	20	30	40	50
Išverčiamų per 1 min. kaušų skaičius	18	30	30	26,5	35,7
Ekskavatoriaus kaušų skaičius	27	33	34	21	30
Kaušų žingsnis, m	1	1	1	1,66	1,1
Ekskavatoriaus darbinis greitis, m/min.	3	3	3	3,2	9,13
Grandinės su kaušais greitis, m/s	0,3	0,5	0,5	0,735	0,68
Maksimalus iškasos gylis (klodo storis), m	6	6	8,5	7,5	9,3
Ekskavatoriaus masė, t	8,1	8,33	29,5	20	25,7

17 lentelė. Kaušo pripildymo koeficiento k_u reikšmės

Grunto pavadinimas (tipas)	Grunto kategorija	Maksimaliai įmanomos koeficiento k_u reikšmės pagal kaušo tipą	
		tiesioginio / atbulinio kasimo	draglained
Sausas smėlis ir žvyras, skalda, smulkiai susprogdintos uolienos	I ir V	0,95–1,02	0,8...0,9
Drėgnas smėlis ir žvyras	I ir II	1,15–1,23	1,1–1,2
Lengvas priemolis	II	1,05–1,12	0,8–1,0
Sunkus drėgnas priemolis	III	1,2–1,32	1,15–1,25
Vidutinio sunkumo molis	III	1,08–1,18	0,98–1,06
Vidutinio sunkumo drėgnas molis	III	1,3–1,5	1,18–1,28
Sunkus molis	IV	1,0–1,1	0,95–1,0
Sunkus drėgnas molis	IV	1,25–1,4	1,1–1,2
Blogai susprogdintos uolienos	V ir VI	0,75–0,9	0,55–0,8

18 lentelė. Gruntų natūralaus šlaito kampai

Grunto pavadinimas (tipas)	Grunto drėgnumas					
	sausas		drėgnas		šlapias	
	kampas, laipsn.	santykinis nuolydis	kampas, laipsn.	santykinis nuolydis	kampas, laipsn.	santykinis nuolydis
Žvyras	40	1:1,25	40	1:1,25	35	1:1,43
Žvirgždas	35	1:1,43	45	1:1	25	1:2,25
Stambus smėlis	30	1:1,73	32	1:1,6	27	1:1,95
Vidutinis smėlis	28	1:1,88	35	1:1,43	25	1:2,25
Smulkus smėlis	25	1:2,25	30	1:1,75	20	1:2,75
Riebus molis	45	1:1	35	1:1,43	15	1:3,37
Priemolis	50	1:0,84	40	1:1,25	30	1:1,75
Augalinis (juodžemis)	40	1:1,25	35	1:1,43	25	1:2,25

19 lentelė. Mažiausias vienkaušių ekskavatorių darbo ciklų per minutę skaičius

Ekskavatoriaus darbo įranga	Platformos pasukimo kampas, laipsn.	Kaušo talpa, m ³	Mažiausias ciklų skaičius per min.	
			kraunant į transporto priemonę	kraunant į pylimą
Tiesioginio kasimo kaušas	90	0,25	4,64	5,45
		0,5	3,75	4,28
		1	3,08	3,43
		2	2,5	2,73
	135	0,25	4	4,62
		0,5	3,33	3,75
		1	2,73	3
		2	2,22	2,4
	180	0,25	3,52	4
		0,5	3	3,33
		1	2,4	2,6
		2	2	2,14
Draglaines	90	0,25	3,43	4,14
		0,5	2,79	3,33
		1	2,3	2,66
		2	1,87	2,14
	135	0,25	3,16	3,76
		0,5	2,55	3
		1	2,1	2,4
		2	1,67	1,87
	180	0,25	2,92	3,43
		0,5	2,36	2,73
		1	1,94	2,18
		2	1,5	1,67

20 lentelė. Vidutinės daugiakaušių ekskavatorių koeficientų k_u , k_{pr} , k_k , k_{sk} , k_g reikšmės

Grunto pavadinimas (tipas)	Grunto kategorija	k_u	k_{pr}	k_k	k_{sk}	k_g
Smėlis, priesmėlis, durpės	I	1,05	1,15	0,91	1	0,91
Lengvas priemolis, smulkus žvyras	II	1	1,2	0,3	0,95	0,79
Riebus minkštas molis, sun- kus priemolis	III	0,9	1,25	0,72	0,8	0,58
Riebus molis, sunkus priemo- lis su skaldos priemaišomis	IV	0,85	1,3	0,65	0,7	0,45

Kaušo pagrindinius matmenis, atsižvelgiant į kaušo tipą, apytiksliai galima apskaičiuoti pagal empirines formules, žinant kaušo talpą. Formulės, kuriose kubinė šaknis iš kaušo tūrio pažymėta W raide, pateiktos 21 lentelėje ($W = \sqrt[3]{V}$).

21 lentelė. Vienkaušių ekskavatorių kaušų talpa ir pagrindiniai matmenys. Empirinės formulės

Kaušų tipai	Kaušo talpa, įvertinus su- apvalinimo koeficientą, m^3	Kaušo vidiniai matmenys, m		
		plotis B	aukštis H	ilgis L
Tiesioginio kasimo su dantimis	$V = 0,9 BHL$	$B = 1,2 W$	$H = W$	$L = 0,92 W$
Tiesioginio kasimo su pusapvale pjovi- mo briauna	$V = 0,75 BHL$	$B = 1,2 W$	$H = W$	$L = 1,1$
Atbulinio kasimo su dantimis	$V = 0,69 BHL$	$B = 1,2 W$	$H = 0,9 W$	$L = 1,35 W$
Atbulinio kasimo su pusapvale pjovimo briauna	$V = 0,81 BHL$	$B = 1,1 W$	$H = 0,885 W$	$L = 1,27 W$
Draglains su dantimis	$V = 0,86 BHL$	$B = 1,2 W$	$H = 0,75 W$	$L = 1,3 W$
Draglains su pusap- vale pjovimo briauna	$V = 0,76 BHL$	$B = 1,1 W$	$H = 0,8 W$	$L = 1,5 W$

2.3. Uždaviniai ir pavyzdžiai

31 uždavinys. Apskaičiuoti vienakaušio ekskavatoriaus E-652B su tiesioginio kasimo kaušu, strėlės ilgį.

S p r e n d i m a s. Apskaičiuojame pagal (28) formulę, kuri įvertina apvertimo momentą, atsirandantį kasant. Kadangi ekskavatorius E-652B priskiriamas prie universalių, tai imame koeficientą $k = 2,0$. Pagal 13 lentelę surandame ekskavatoriaus masę $m = 21,2$ t. Įrašę dydžių reikšmes į formulę, gausime:

$$l_c = 2,0\sqrt[3]{21,2} = 2,0 \cdot 2,77 = 5,54 \text{ m.}$$

32 uždavinys. Apskaičiuoti ekskavatoriaus E-1252B su tiesioginio kasimo kaušu strėlės ilgį.

32.1 pavyzdys. Apskaičiuoti ekskavatoriaus su tiesioginio kasimo kaušu strėlės ilgį, esant šiems variantams:

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
Ekskavatorius	EO 2621A	EO 3322A	EO 612I	EO 3111B	EO 5112A	EO 412I	EO 1252BC	E 250
k	1,95	2,1	2,05	1,9	2,0			

33 uždavinys. Apskaičiuoti vienakaušio ekskavatoriaus masę ir nustatyti jo markę, kai žinomas strėlės ilgis $l_{str} = 6,8$ m.

S p r e n d i m a s. Pagal formulę (28)

$$m = l_{str}^3 / k^3 = 6,8^3 / 2^3 = 39,3 \text{ t,}$$

tai apytikriai atitinka ekskavatoriaus E-1252BC, kurio kaušo talpa yra $1,25 \text{ m}^3$, markę.

34 uždavinys. Apskaičiuoti universalaus vienakaušio ekskavatoriaus masę ir nustatyti jo markę, kai jo strėlės ilgis yra $6,2$ m.

35 uždavinys. Apskaičiuoti teorinį vienakaušio ekskavatoriaus E-625B našumą.

S p r e n d i m a s. Apskaičiuojame pagal (29) ir (30) formules:

$$Q_0 = 60 V n_o; n_o = 60 / t_{c,t}, \text{ iš čia } Q_0 = 3600 V / t_{c,t}, \quad (52)$$

čia Q_0 – teorinis ekskavatoriaus našumas, $\text{m}^3/\text{val.}$; n_o – ciklų skaičius per minute, $t_{c,t}$ – teorinė ciko trukmė.

Pagal 13 lentelę $V' = 0,65 \text{ m}^3$; $V'' = 0,8 \text{ m}^3$; $t_{c,t} = 15 \text{ s.}$

Irašę dydžių reikšmes į (52) formulę, gausime

$$Q'_0 = 3600 \cdot 0,65 / 15 = 156 \text{ m}^3/\text{val.}$$

II–III kategorijos gruntui apdoroti naudojamas kaušas, kurio talpa $V'' = 0,8 \text{ m}^3$, o ekskavatoriaus teorinis našumas

$$Q''_0 = 3600 \cdot 0,8 / 15 = 192 \text{ m}^3/\text{val.}$$

36 uždavinys. Ekskavatoriumi E-1252BC apdorojama IV kategorijos kalnų uoliena. Apskaičiuoti teorinį ekskavatoriaus našumą.

37 uždavinys. Pagal 35 uždavinio sąlygas apskaičiuoti, kiek procentų padidės teorinis ekskavatoriaus našumas, kai bus naudojamas didesnės talpos kaušas.

S p r e n d i m a s.

$$n = [(N_0'' - N_0' / N_0')] 100 \% = [(192 - 156) / 156] 100 \% = 23 \ \%.$$

38 uždavinys. Apskaičiuoti, kiek procentų padidės teorinis viena-kaušio ekskavatoriaus EO-5122 našumas, kai naudosime didesnės talpos kaušą.

39 uždavinys. Karjere ekskavatoriumi EO-4121 su tiesioginio kasimo kaušu kasama sunkaus priemolio uoliena. Pagal darbo sąlygas platformos pasisukimo kampas lygus 135° . Apskaičiuoti ekskavatoriaus našumą.

S p r e n d i m a s. Jeigu nenurodomas našumo pobūdis (teorinis, techninis, eksploatacinis), tai omenyje turimas eksploatacinis našumas ($\text{m}^3/\text{val.}$), kuris randamas pagal (31) formulę. Pagal 13 lentelę geometrinė kaušo talpa $V = 1,0 \text{ m}^3$, nes apdorojama uoliena priskiriama III kategorijai (4 lent.), vidutinė uolienos išpurenimo koeficiento

reikšmė $k_{pr} = 1,22$ (4 lent.), vidutinė panaudojimo koeficiento reikšmė $k_{pn} = 0,75$ [(31) formulė] ir kaušo pripildymo koeficientas $k_u = 1,26$ (17 lent.). Pagal 19 lentelę darbo ciklą skaičius $n = 2,73 \text{ min}^{-1}$;

$$Q = 60 \cdot 1,0 \cdot 2,73 \cdot 1,26 \cdot 0,75 / 1,22 = 127 \text{ m}^3/\text{val.}$$

40 uždavinys. Pagal 39 uždavinio sąlygas apskaičiuoti ekskavatoriaus E-1252BC su draglaino įrenginių našumą, kai gruntas išpilamas į pylimą, o platformos pasisukimo kampas lygus 180° .

40.1 pavyzdys. Pagal 39 uždavinio sąlygas apskaičiuoti ekskavatoriaus našumą, esant šiems variantams:

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
Ekskavatorius	EO 3111B	EO 5111AC	E 1252BC	E 652B	EO 5112A	E 250	EO 3111B	E 652B
Platformos pasukimo kampas, °	90	135	180	90	135			
Kaušo tipas*	1)	1)	2)	2)	2)			
k_p	1,24	1,22	1,25	1,23				

* 1) tiesioginio kasimo kaušas, pakrovimas į transporto priemonę; 2) draglainas, kai gruntas išpilamas į volą.

40.2 pavyzdys. Apskaičiuoti ekskavatoriaus našumą, esant šiems variantams:

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
Ekskavatorius	EO 5111AC	EO 1252BC	E 652B	EO 5112A	E 250	EO 3111B	E 6525	E 250
Platformos posūkio kampas	135	90	135	180	90			
Kaušo tipas*	2)	2)	1)	1)	1)			
k_p	1,18	1,15	1,13	1,16				

* 1) tiesioginio kasimo įrenginys, o gruntas išpilamas į pylimą; 2) draglainas, pakraunant į transporto priemonę, $k_p = 0,79$. Gruntas – lengvas priemolis.

41 uždavinys. Gerai išsprogdinta uoliena kraunama į transporto priemonę ekskavatoriumi EKG-8I. Apskaičiuoti jo našumą, kai pagal darbo sąlygas platforma iškrauti pasukama 90° .

S p r e n d i m a s. Kadangi nėra tiesioginių duomenų apie ekskavatoriaus darbo ciklą skaičių per vieną minutę, tai jį apskaičiuojame pagal (32) formulę ir įrašome į (31) formulę arba apskaičiuoja našumą ($\text{m}^3/\text{val.}$) pagal (33) formulę; $V = 8 \text{ m}^3$ (14 lent.); $t_c = 26 \text{ s}$, nes uždavinio sąlygos atitinka 14 lentelės sąlygas, nustatančias ciklo trukmę; $k_u = 0,985$ – vidutinė kaušo pripildymo koeficiento reikšmė pagal 17 lentelę (darbinis ekskavatoriaus padargas – tiesioginio kasimo kaušas); $k_{pl} = 0,75$ – vidutinis panaudojimo koeficientas; $k_{pr} = 1,48$ – vidutinis uolienos išpurenimo koeficientas (4 lentelė).

$$Q = 3600 \cdot 8 \cdot 0,985 \cdot 0,75 / (26 \cdot 1,48) = 553 \text{ m}^3/\text{val.}$$

42 uždavinys. Apskaičiuoti ekskavatoriaus EBG-15, kasančio III kategorijos uolieną (sunkus priemolis), našumą, kai platforma pasukama 90° .

42.1 pavyzdys. Apskaičiuoti ekskavatorių, apdirbančių IV kategorijos uolieną (riebus sunkus molis) našumą, kai pakraunant į transporto priemonę, platforma pasukama 90° .

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
Ekskavatorius	EKG 4,6B	EBG 15	EKG 4U	EKG 6,3US	EKG 12,5	EBG 35,65M	EKG 20	EKG 12
k_u	1,07	1,05	1,02	1,09	1,04			
k_{pr}	1,29	1,26	1,25	1,28				

43 uždavinys. II kategorijos nuodangos uolienos kasamos viena kaušu „žingsniuojančiu“ draglainu EŠ-15.90A, uolieną kraunant į krūvą, kai platforma pasukama 135° kampu. Apskaičiuoti ekskavatoriaus našumą.

S p r e n d i m a s. Našumas ($\text{m}^3/\text{val.}$) apskaičiuojamas pagal (33) formulę. $V = 20 \text{ m}^3$ – imamas didesnis kaušas, nes apdorojama

palyginti lengva uoliena (15 lent.); $t_c = 63$ s – sąlygos atitinka ciklo trukmę 15 lentelėje; $k_u = 1,15$ – vidutinė reikšmė draglainui (17 lent.); $k_{pr} = 0,75$ – vidutinės reikšmės pagal (31) formulę; $k_{pr} = 1,16$ – vidutinė reikšmė II kategorijos uolienai (4 lent.). Vadinasi,

$$Q = 3600 \cdot 20 \cdot 1,15 \cdot 0,75 / (63 \cdot 1,16) = 850 \text{ m}^3/\text{val.}$$

44 uždavinys. Apskaičiuoti vienkaušio ekskavatoriaus („žingsniuojančio“ draglaino) su $V = 10 \text{ m}^3$ talpos kaušu našumą, kai jis kasa III kategorijos vidutinio tankio uolieną ir krauna į pylimą, jei platformos pasisukimo kampas lygus 135° ir taikomos vidutinės koeficientų reikšmės.

45 uždavinys. Pagal 44 uždavinio sąlygas apskaičiuoti ekskavatoriaus su $V = 80 \text{ m}^3$ talpos kaušu našumą, kai taikomi ribiniai koeficientai, mažinantys našumą Q_1 ir didinantys našumą Q_2 . Nustatyti grynąjį našumo prieaugį ($\Delta Q = Q_2 - Q_1$) ir santykinį $n = (\Delta Q / Q_1) 100 \%$, priklausantį nuo koeficientų reikšmių išsibarstymo ir išanalizuoti skaičiavimų rezultatus.

46 uždavinys. Apskaičiuoti pagrindinius ekskavatoriaus E-652B tiesioginio kasimo kaušo su pusapvale pjaunančia briauna vidinius matmenis.

S p r e n d i m a s. Iš 13 lentelės surandame geometrinę kaušo talpą $V = 0,8 \text{ m}^3$ (esant sunkesnėms darbo sąlygoms naudojamas mažesnės apimties kaušas su nagais). Iš 15 lentelės kaušo dugno ir sienelių suapvalinimo koeficientas

$$c = 0,75; \quad B = 1,2\sqrt[3]{V} = 1,2\sqrt[3]{0,8} = 1,2 \cdot 0,928 = 1,11 \text{ m};$$

$$H = \sqrt[3]{V} = \sqrt[3]{0,8} = 0,928 \text{ m};$$

$$L = 1,1\sqrt[3]{V} = 1,1\sqrt[3]{0,8} = 1,1 \cdot 0,928 = 1,02 \text{ m}.$$

Atliekame kontrolinį apskaičiavimą pagal (34) formulę:

$$V = cBHL = 0,75 \cdot 1,11 \cdot 0,928 \cdot 1,02 = 0,787 \text{ m}^3.$$

Rezultato paklaida neviršija koeficiento paklaidos.

47 uždavinys. Apskaičiuoti pagrindinius ekskavatoriaus draglino EŠ-25.100B kaušo su nagais matmenis.

47.1 pavyzdys. Apskaičiuoti pagrindinius vienakaušių ekskavatorių kaušų matmenis.

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
Ekskavatoriai	EO 3111B	E 1252BC	EO 5111AC	E 652B	EO 5112A	E 250	EO 3322A	EO 2621A
Kaušo tipas*	1)	2)	3)	4)	5)			

*1) draglino kaušas su pusapvaliu pjaunančiu kraštu; 2) tiesioginio kasimo kaušas su nagais; 3) atbulinio kasimo kaušas su pusapvaliu pjaunančiu kraštu; 4) atbulinio kasimo kaušas su nagais; 5) draglino kaušas su nagais.

47.2 pavyzdys. Apskaičiuoti pagrindinius vienakaušių ekskavatorių kaušų matmenis.

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
Ekskavatoriai	EKG 4,6B	EKG 4U	EKG 6,6UC	EKG 8Y	EVG 15	EKG 12,5	EVG 35,65M	EKG 20
	ES 100.100	ES 6.45	ES 80.100	ES 10.75	ES 40.85	ES 13.50	ES 15.90	ES 25.100B
Kaušo tipas	*1) **3)	2) 3)	1) 4)	2) 4)	1) 3)			

* 1) tiesus kasimo įrenginys; 2) draglains.

** 3) kraštas su nagais; 4) pusapvalis pjaunantis kraštas.

48 uždavinys. Apskaičiuoti vienkaušio ekskavatoriaus su tiesioginiu kaušu ciklo trukmę, kai $n_{var} = 24 \text{ s}^{-1}$ $u_{red} = 1$; $D_b = 0,06 \text{ m}$; $l_k = 0,37 \text{ m}$; $\alpha = 90^\circ$; iškrovimo laikas $t_{išk} = 1 \text{ s}$, o krumplių skaičius nurodytas kinematinėje schemoje (žr. 7 pav.).

S p r e n d i m a s. Apskaičiuojame pagal (35)...(43) formules. Įrašę dydžių reikšmes į formules, gausime:

$$n_b = 24 \cdot 26 \cdot 24 \cdot 25 / (1 \cdot 136 \cdot 24 \cdot 34) = 3,37 \text{ s}^{-1};$$

$$n_{pl} = 3,37 / (127 / 10 + 1) = 0,25 \text{ s}^{-1}; t_{pl} = 1 / 0,25 = 4 \text{ s};$$

$$t_p = t'_p = 90 \cdot 4 / 350 = 1 \text{ s}; n_b = 24 \cdot 26 \cdot 35 / (1 \cdot 136 \cdot 123) = 1,31 \text{ s}^{-1};$$

$$v_b = 3,14 \cdot 0,06 \cdot 1,31 = 0,247 \text{ m/s}; v_k = 0,247 / 2 = 0,123 \text{ m/s};$$

$$t_k = 0,37 / 0,123 = 3 \text{ s}; t_c = 3 + 1 + 1 + 1 = 6 \text{ s}.$$

48.1 pavyzdys. Pagal 48 uždavinio sąlygas apskaičiuoti vienakaušio ekskavatoriaus ciklo trukmę, esant šioms variantams:

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
i_{red}	3,11	2,7	8,23	2,9	10,35	5,17	15,8	4,63
D_b , m	0,065	0,070	0,085	0,09	0,055			
l_k , m	0,86	0,43	0,67	0,54				

49 uždavinys. Apskaičiuoti ekskavatoriaus E-652 vartuvų atraminio paviršiaus plotą.

S p r e n d i m a s. Pagal 13 lentelę ekskavatoriaus masė $m = 21,2 \text{ t}$, o santykinis slėgis į gruntą

$$p = 6,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}.$$

$$\text{Svorio jėga } G = mg \approx 10 \text{ m} = 10 \cdot 21,2 = 212 \text{ kN} = 212\,000 \text{ N}.$$

50 uždavinys. Apskaičiuoti ekskavatoriaus EVG-35.36M vartuvų atraminio paviršiaus plotą.

50.1 pavyzdys. Apskaičiuoti ekskavatoriaus įrenginio atraminio paviršiaus plotą.

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
Stulpelių nr.								
13 lent.	2	4	6	7	8	9	10	11
14 lent.	1	2	4	5	6	7	8	9
15 lent.	7	6	5	4	3	2	1	7
Lentelių nr.	13	14	15	14	13			

51 uždavinys. Apskaičiuoti daugiakaušio skersinio kasimo ekskavatoriaus EM-302 kaušų suminio greičio kampo nuokrypį v_k nuo kaušo grandinės greičio v_{gr} krypties.

S p r e n d i m a s. Iš 16 lentelės randame kaušo grandinės greičio reikšmę $v_{gr} = 0,5$ m/s ir ekskavatoriaus greičio reikšmę $v_{eks} = 3/60 = 0,05$ m/s ir įrašome į (44) formulę:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = v_{eks} / v_{gr} = 0,05 / 0,5 = 0,1; \alpha_1 = 5^\circ 43'.$$

52 uždavinys. Apskaičiuoti daugiakaušio skersinio kasimo ekskavatoriaus EM-503 kaušų suminio greičio kampo nuokrypį v_k nuo kaušo grandinės krypties greičio.

53 uždavinys. Apskaičiuoti daugiakaušio ekskavatoriaus EM-182 kaušo pjaunančios briaunos, kuri pjauna gruntą, plotį b .

S p r e n d i m a s. Pagal (46) arba (47) formules randame plotą. Pagal 16 lentelę $v_{eks} = 3 / 60 = 0,05$ m/s; $v_{gr} = 0,3$ m/s; $t = 1$ m, tada

$$b = 0,05 \cdot 1 / 0,3 = 0,167 \text{ m}.$$

54 uždavinys. Apskaičiuoti ekskavatoriaus EM-503 pjaunančios briaunos, dalyvaujančios pjaunant gruntą, plotį.

S p r e n d i m a s. Iš 16 lentelės $v_{eks} = 9,13 / 60 = 0,152$ m/s; $v_{gr} = 0,68$ m/s, ištuštinamų kaušų per minutę skaičius $n = 35,7$, pagal formulę (49) žingsnis $t = 60 v_{gr} / n$. Tada pagal (46) formulę

$$b = v_{eks} 60 v_g / (v_g n) = 60 v_{eks} / n = 60 \cdot 0,152 / 35,7 = 0,256 \text{ m}.$$

55 uždavinys. Minkštas riebus molis kasamas daugiakaušiu ekskavatoriumi EM-302. Apskaičiuoti ekskavatoriaus našumą.

S p r e n d i m a s. Ekskavatoriaus našumą nustatome pagal (48) formulę. $k_{pn} = 0,8$ – vidutinė reikšmė pagal (48) formulę; $k_k = 0,72$ pagal 20 lentelę III kategorijos uolienai, kaip nurodyta uždavinio sąlygoje; iš 16 lentelės ekskavatoriaus EM-302 $n = 30 \text{ min}^{-1}$; $V = 0,03 \text{ m}^3$ ($V = 30 \text{ dm}^3$).

$$Q = 60 \cdot 0,03 \cdot 30 \cdot 0,72 \cdot 0,8 = 31,1 \text{ m}^3/\text{val}.$$

56 uždavinys. Apskaičiuoti daugiakaušio ekskavatoriaus EM-302, kasančio I kategorijos uolieną, našumą esant didžiausiam naudingumo koeficientui. Nustatyti, kiek padidėja našumas, palyginti su našumu, gautu 55 uždavinyje.

57 uždavinys. Apskaičiuoti daugiakaušio ekskavatoriaus našumą, kai jo kaušo grandinės greitis $v_{gr} = 0,3$ m/s, kaušo talpa $V = 18$ dm³ ir apdorojamas gruntas charakterizuojamas koeficientais $k_u = 0,98$; $k_{pr} = 1,19$; $k_t = 0,93$.

S p r e n d i m a s. Našumas apskaičiuojamas pagal (50) formulę, $k_{pn} = 0,8$ – vidutinė reikšmė pagal (48) formulę; pagal 16 lentelę ekskavatoriui EM – 182 $t = 1$ m.

Reikšmes įrašome į (48) formulę ir gauname

$$Q = 3600 \cdot 0,018 \cdot 0,3 \cdot 0,98 \cdot 0,93 \cdot 0,8 / (1 \cdot 1,19) = 11,8 \text{ m}^3/\text{val.}$$

57.1 pavyzdys. Apskaičiuoti daugiakaušių ekskavatorių našumą, esant šioms variantams:

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
k_p	1,25	1,15	1,3	1,2	1,14	1,26	1,21	1,29
Ekskavatoriaus markė*	1)	2)	3)	4)	5)			
k_t	0,85	0,89	0,82	0,78				

*1) EM-503; 2) EM-201A; 3) „Raudonasis metalistas“; 4) EM-182; 5) EM-302, k_u ir k_t – pagal 20 lentelę priklausomai nuo koeficiento k_{pr} .

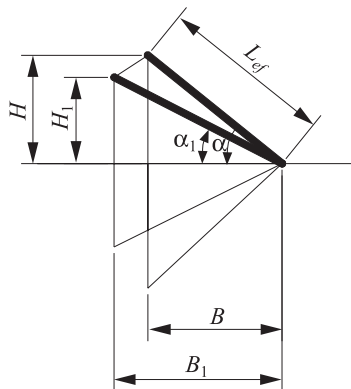
58 uždavinys. Pagal 57 uždavinio rezultatus apskaičiuoti lyginamąjį ekskavatoriaus EM-182 našumą, tenkantį vienam masės vienetui, Q_l [m³ / (val. · t)].

S p r e n d i m a s. $Q_l = Q / G$. Pagal 16 lentelę $G = 8,1$ t, o pagal 57 uždavinio rezultatą $Q = 11,8$ m³/val. Tada

$$Q_l = 11,8/8,1 = 1,46 \text{ m}^3/(\text{val} \cdot \text{t}).$$

58.1 pavyzdys. Pagal 57.1 pavyzdžio rezultatus apskaičiuoti lyginamąjį ekskavatorių našumą, tenkantį vienam masės vienetui.

59 uždavinys. Daugiakaušiu ekskavatoriumi EM-201A kasamas drėgnas, vidutinio stambumo, smėlis. Apskaičiuoti didžiausią kasavietės aukštį ir gylį.



24 pav. 59 uždauoties schema.

S p r e n d i m a s. Didžiausias kasavietės aukštis ir gylis, kasant ją daugiakaušiu ekskavatoriumi, priklauso nuo efektyvaus kaušų rėmo ilgio L_{ef} ir natūralaus kasamo grunto šlaito kampo α (24 pav.). Efektyvusis kaušų rėmo ilgis – tai kaušo rėmo ilgio dalis, sutampanti su tiesios trajektorijos, kuria judėdami kaušai kasa gruntą, ilgiu.

$$L_{ef} = (0,85 \dots 0,95) L.$$

Pagal 24 pav.

$$H_1 = L_{ef} \sin \alpha_1; L_{ef} = H / \sin \alpha.$$

Didžiausiam šlaito aukščiui ir gyliui (visų markių ekskavatoriams) iš 16 lentelės $\alpha = 45^\circ$; ekskavatoriui EM-201A pagal 16 lentelę $H = 6$ m; pagal 18 lentelę apdorojamo grunto natūralaus šlaito kampas $\alpha_1 = 35^\circ$.

$$L_{ef} = 6 / \sin 45^\circ = 6 / 0,707 = 8,5 \text{ m};$$

$$H = 8,5 \sin 35^\circ = 8,5 \cdot 0,574 = 4,88 \text{ m}.$$

59.1 pavyzdys. Apskaičiuoti didžiausią kasavietės, kuri kasama daugiakaušiu ekskavatoriumi, aukštį ir gylį, kai

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
α , laipsn.	27	50	15	32	25	20	35	30
Ekskavatoriaus markė*	1)	2)	3)	4)	5)			

* 1) EM-201A; 2) „Raudonasis metalistas“; 3) EM-182; 4) EM-302; 5) EM-503.

60 uždavinys. Pagal 59 uždavinio sąlygas apskaičiuoti šlaito pagrindo B_1 dydį.

S p r e n d i m a s. Pagal 18 lentelę, esant natūralaus šlaito kampui $\alpha = 35^\circ$, santykis tarp pakopos aukščio ir šlaito pagrindo $H_1/B_1 = 1/1,43$, iš čia

$$B_1 = 1,43H_1 = 1,43 \cdot 4,88 = 6,97 \text{ m, arba}$$

$$B_1 = H_1 / \operatorname{tg} 35^\circ = 4,88 / 0,70 = 6,97 \text{ m.}$$

60.1 pavyzdys. Pagal 59.1 pavyzdžio rezultatus apskaičiuoti šlaito pagrindo dydį.

3. HIDROMECHANIZACIJOS ĮRENGINIAI DARBUI KARJERUOSE

3.1. Teorijos elementai ir skaičiavimo formulės

Darbui karjeruose hidromechanizuoti naudojami hidromonitoriai, siurbiai, žemsiurbės, mobiliosios žemsiurbės ir plaukiojantys žemsiurbiai įrenginiai.



a



b

25 pav. Žemsiurbė (a); grunto suardymo po vandeniu padargas (b).

Žemsiurbė dirba:

<http://rutube.ru/tracks/3975318.html>

<http://www.youtube.com/watch?v=Pxhh39fZNi0>

<http://www.youtube.com/watch?v=x1yYC35clyk&feature=related>

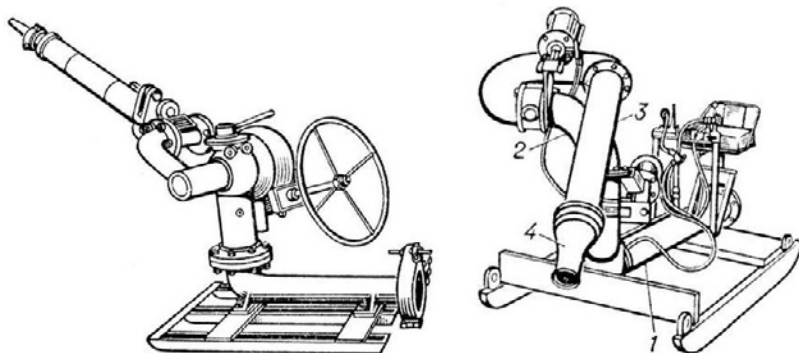
http://www.youtube.com/watch?v=QmGePvQw_Xk&NR=1&feature=endscreen

<http://www.youtube.com/watch?v=xOAvsehs7qc&feature=endscreen&NR=1>

http://www.youtube.com/watch?v=_Torf74fXOA&feature=related

3.1.1. Hidromonitoriai

Hidromonitorių reikia, norint gauti stiprią, greitą vandens srovę ir tai srovei valdyti, išplaunant uolienas kasavietėje. Hidromonitoriaus darbo efektyvumas priklauso nuo vandens, kurį jis gali užtikrinti, sąnaudų (22 lent.), vandens spaudimo, kurį sukelia siurblys (iki 1,0–1,2 MPa), slėgio nuostolių hidromonitoriuje, atstumo nuo hidromonitoriaus iki kasavietės ir apdirbamo grunto fizinių savybių (23 lent.).



26 pav. Hidromonitoriai. 1 – horizontalus vamzdis; 2 – vertikaloje plokštumoje sukiojamas vamzdis; 3 – apie horizontalią ašį sukiojamas vamzdis; 4 – antgalis.

22 lentelė. Hidromonitoriaus techninės charakteristikos

Rodikliai	Hidromonitoriaus modelis						
	RGM-1M	GMDC-2	GDC-3	GMN-250C	GMDYET-250	GUC-6	GMC-300
1	2	3	4	5	6	7	8
Įėjimo angos skersmuo, mm	85	100	100	250	250	250	300
Didžiausias darbinis slėgis, 10^4 Pa	300	600..800	300..600	150	160	120	160
Keičiamų antgalių skersmuo, mm	17..25	15..22	17..25	65..105	75..125	51..100	90..140
Pasisukimo kampas, laipsn.							
Horizontalioje plokštumoje	360	130	120	360	360	360	280

22 lentelės pabaiga

į viršų	90	45	90	27	30	35	35
į apačią	30	15	30	27	30	30	15
Masė, kg	255	146	320	187	1080	243	7630
Valdymas	Ran- kinis	Hidraulinis distancinis		Ranki- nis	Elektrohidraulinis distancinis		
Paskirtis	Požeminei hidrokasybai			Atviriems kasybos darbams			

23 lentelė. Vandens kiekis, sunaudojamas gruntui skiesti

Gruntų tipai	Tankis, kg/m ³	Būtinasis slėgis, Pa	Vandens sąnaudos 1 m ³ gruntui transportuoti, m ³
Smėliai:			
purūs smulkiagrūdžiai	1500	20–30	3–5
vidutiniai	1500	30–40	4–6
susigulėję stambiagrūdžiai	1650	30–40	5–8
Priesmėliai	1600	40–60	5–7
Puri uoliena	1600	40–50	5–6
Priemoliai:			
lengvi	1600	50–60	6–7
vidutiniai	1680	50–70	7–8
sunkūs	1750	60–80	8–10
Žvyrai:			
smulkus nesusigulėjęs	1700	30–40	8–10
susigulėjęs	1750	60–80	9–11
stambus susigulėjęs	1800	90–120	10–15
Priemoliai:			
lengvi (žvyro 4..8 %)	1700	50–60	8–10
sunkūs (žvyro 4..8 %)	1800	50–60	9–12
Molis:			
su smėliu (15..20 %)	1700	60–80	9–11
riebus	1800	90–160	10–20
Priesmėliai su žvyru (4..8 %)	1700	50–60	10–12
Priemoliai su priesmėliu ir žvyru (10..12 %)	1900	80–100	10–15

P a s t a b o s: 1. Vandens sąnaudos duotos esant kasavietės aukščiui 5–8 m. Kai aukštis mažesnis negu 5 m, vandens sąnaudos padidėja 10 %. Kai kasavietės aukštis 10 m, vandens sąnaudos apdorojant molį ir priemolį sumažėja 20 % , kai 20 m – 30 %.

2. Lentelė sudaryta antgaliams, kurių skersmuo 90–100 mm; esant didesniai antgalio skersmeniui, reikalingas slėgis ir vandens kiekis sumažėja, o esant mažesniems skersmenims – padidėja 10–15 %.

Vandens sąnaudos – vandens našumas (m^3/s) per hidromonitoriaus antgalius

$$Q = \alpha F v, \quad (53)$$

čia α – srovės suspaudimo koeficientas ($\alpha \approx 1$); F – išmetimo antgalio angos skersinio pjūvio plotas, m^2 .

$$F = \pi d^2/4, \quad (54)$$

čia d – išeinamosios antgalio angos skersmuo, m; v – srovės greitis, m/s ;

$$v = \varphi \cdot 10^{-2} \sqrt{2gH}, \quad (55)$$

čia φ – greičio koeficientas, priklausantis nuo antgalio kanalo formos ir apdorojimo kokybės ($\varphi = 0,94$); greičio koeficiento dimensija papildomai kitų dydžių dimensijas taip, kad dešinėje 55 lygties pusėje gaunama greičio dimensija – m/s ; g – sunkio jėgos pagreitis ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$); H – darbinis slėgis prie hidromonitoriaus antgalio, Pa^* .

*Slėgis H (m vand. st.) yra santykinis slėgis. Kadangi 10 m vand. st. = $1 \text{ kG/cm}^2 = 9,81 \text{ N/cm}^2$, tai slėgis, lygus 1 m vand. st., apytiksliai lygus santykiniam slėgiui, lygiam 0,1 MPa.

Irašę dydžių reikšmes į (53) formulę, gausime vandens sąnaudas (m^3/s)

$$Q = 3,28 \cdot 10^{-2} d^2 \sqrt{H}. \quad (56)$$

Slėgio nuostoliai (Pa) hidromonitoriuose priklauso nuo jų konstrukcijos ir be nuostolių antgalyje sudaro

$$h = k \cdot 10^4 Q^2, \quad (57)$$

čia k – koeficientas (hidromonitoriui GMH – 250 C $k = 80$); Q – vandens sąnaudos per hidromonitoriaus antgalį, m^3/s .

Didžiausias atstumas nuo hidromonitoriaus iki kasavietės L_{\max} priklauso nuo grunto savybių ir slėgio H . Smėlinių gruntų ir lengvų priemolių:

$H, 10^4 \text{ Pa}$	30	50	80	100	120	150
$L_{\max}, \text{ m}$	14	24	34	38	41	44

Moliniams gruntams šis atstumas sumažinamas 20–30 %.

Mažiausias atstumas (m) nuo hidromonitoriaus iki kasavietės nustatomas, atsižvelgiant į saugaus darbo sąlygas:

$$L_{\min} = kh, \quad (58)$$

čia k – koeficientas, priklausantis nuo uolienos savybių (molio $k = 1$; smėlinio gruntų – 0,8; priemolių – 0,6; šlynių – 1,2); h – kasavietės aukštis, m.

Elektros energijos, reikalingos siurbliais išplauti 1 m³ grunto, be hidrotransportavimo, sąnaudos (kWh * val.), nustatomos pagal formulę

$$E = 0,006q (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) 10^{-4}, \quad (59)$$

čia q – vandens sąnaudos 1 m³ grunto (23 lent.), m³; h_1 – vandens slėgis prie hidromonitoriaus antgalio, Pa; h_2 – slėgio nuostoliai dėl aukščio skirtumų tarp hidromonitoriaus antgalio ir vandens lygio vandenvietėje, Pa; h_3 – slėgio nuostoliai hidromonitoriuje, nustatomi pagal (57) formulę, Pa; h_4 – slėgio nuostoliai vandens tiekimo sistemoje, Pa.

3.1.2. Siurbliai ir žemsiurbės

Nuolydis, reikalingas pulpai nutekėti, molio uolienoms sudaro 2 %, smulkiam smėliui – 4–5 %, stambiam smėliui ir žvyriui, atsižvelgiant į stambumo frakciją – 5–10 %. Nuolydžiu pulpa nuteka iš kasavietės į prieduobę, iš čia išpumpuojama žemsiurbėmis ir vamzdynu transportuojama į krovimo vietą.



27 pav. Grunto siurblys ir jo purškiamo grunto pulpos srovė.

Elektros energijos sąnaudos žemsiurbių pavarai priklauso nuo pulpos pakėlimo aukščio ir transportavimo atstumo (24 lent.).

Žemsiurbės siurblio galia, kWh

$$N = Q\rho gHk \cdot 1000 / (1000\eta \cdot 3600) 10^4 = Q\rho Hk / (367\eta) 10^4, (60)$$

čia Q – siurblio našumas, $\text{m}^3/\text{val.}$; ρ – pumpuojamo skysčio tankis, t/m^3 ;
 g – laisvo kritimo pagreitis, m/s^2 ; H – slėgis, išvystomas esant našumui

Q , Pa; k – pervedimo koeficientas, apytikriai lygus 1, palyginti su dimensija, papildančia kitų reikšmių dydžius iki kW; η – siurblio arba žemsiurbės naudingumo koeficientas, priimamas pagal jo charakteristiką arba apytiksliai: 0,65 – žemsiurbėms; 0,7 – smulkiems siurbliams (Q iki 300 m³/val.); 0,8 – vidutiniams siurbliams (Q iki 1000 m³/val.); 0,9 – stambiams siurbliams (Q daugiau kaip 1000 m³/val.).

24 lentelė. Elektros energijos sąnaudos 1 m³ molio ir smulkaus smėlio hidrauliniam transportavimui, kai našumas 50 ... 300 m³/val., kWh

Pakėlimo aukštis, m	Grunto transportavimo atstumas, km					
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
5	2,2	3,7	5,2	6,7	8,2	9,7
10	2,8	4,3	5,8	7,3	8,8	10,3
15	3,4	4,9	6,4	7,9	9,4	10,9
20	4,0	5,5	7,0	8,5	10,0	11,5
25	4,6	6,1	7,6	9,1	10,6	12,1
30	5,2	6,7	8,2	9,7	11,2	12,7
35	5,8	7,3	8,8	10,3	11,8	13,3
40	6,4	7,9	9,4	10,9	12,4	13,9
45	7,0	8,5	10,0	11,5	13,0	14,5
50	7,6	9,1	10,6	12,1	13,6	15,1
55	8,2	9,7	11,2	12,7	14,2	15,7

Pulpos tankis (kg/m³)

$$\rho = (\rho_{s.g.} + n \rho_v) / (1 + n) \quad (61)$$

čia $\rho_{s.g.}$ – sauso grunto tankis, kg/m³; ρ_v – vandens tankis, kg/m³; n – švaraus vandens dalis, tenkanti vienai grunto daliai.

Renkantis elektros variklį, apskaičiuotoji galia, padidinama 25 % – smulkiems siurbliams, 10 % – vidutiniams ir stambiams siurbliams.

Žemsiurbių ir įrenginių, skirti hidrauliniam grunto transportavimui, techninės charakteristikos priklauso nuo siurblių galios (25–27 lentelės).

25 lentelė. Išcentrinių siurblių techninės charakteristikos

Rodikliai	Siurblio markė							
	2K-6A	3K-6A	4K-8	4HDv	6HDv	12HDv	14HDc	22HDs
Našumas, m ³ /val	20	40	75	150	325	1260	1620	3600
Slėgis, 10 ⁴ Pa	25	41,5	59	104	49	64	90	52
Siurbimo aukštis, m	7,2	7,1	5,3	3,3	5,0	3,6	2,0	4,4
Naudingumas, %	65,5	62	65,5	68	76	88	89	92
Variklio galia, kW	2,8	10,0	28,0	75,0	75,0	250	500	630
Masė, kg	288	375	388	507	300	1180	1592	5550

26 lentelė. Grunto siurblių techninės charakteristikos

Rodikliai	Žemės siurblio markė							
	SN2 200	8SNV	8NZU	EGM 1M	12NZU	20R 11	500 60	1000 80
Našumas, m ³ /val	200	540	850	1500	2200	3600	5600	11 500
Slėgis, 10 ⁴ Pa	40	84	28	37	54	45	70	88
Siurbimo aukštis, Pa	3	3,5	6,8	6	5,9	5	4,8	5
Naudingumas, %	64	58	60	66	72	68	68	72
Variklio galia, kW	55	250	110	320	500	800	2437	4400
Masė, kg	340	1430	2790	3825	5900	9250	21 000	26 500

27 lentelė. Grunto apdorojimo įrenginių charakteristikos

Gruntas	Grunto kategorija	Tūrio masė (tankis), kg/m ³	Pulpos konsistencija	Elektros energijos sąnaudos, kW/m ³
Smėliai	I			
smulkūs ir vidutiniai		1500	1:6	0,35
stambūs		1650	1:7	0,45
priesmėliai ir smulkūs smėliai		1600	1:8	0,50

27 lentelės pabaiga

Puri uoliena	II	1600	1:8	0,50
Priemoliai				
lengvi ir vidutiniai		1650	1:12	0,65
sunkūs		1750	1:15 .. 1:20	1,0..1,2
Smulkus žvyras	III	1700	1:10	0,65
Priesmėliai		1700	1:12 .. 1:16	0,7..1,0

Pastaba. Kai grunte yra riedulių (akmenų), energijos sąnaudos padidėja 40 %.

3.2. Uždaviniai ir pavyzdžiai

61 uždavinys. Karjere lengvam priemoliui kasti naudojamas hidromonitorius GMDUEG-250. Apskaičiuoti vandens sąnaudas esant mažiausiam antgaliui, jeigu darbinis slėgis prie hidromonitoriaus antgalio $m = 80 \%$, palyginti su nurodytu įrenginio pase didžiausiu slėgiu.

S p r e n d i m a s. Apskaičiuojame pagal (56) formulę, gautą pertvarkant (53), (54), (55) formules. Imant suspaudimo koeficiento reikšmę $\alpha = 1$ ir greičio koeficientą $\varphi = 0,94$, vandens sąnaudos (m^3/s) sudarys $Q = 3,28 \cdot 10^{-2} d^2 \sqrt{H}$;

$$H = 0,8H_{\max}, \text{ Pa,}$$

čia $H_{\max} = 160 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ – didžiausias darbinis slėgis (22 lent.); $d = 0,075 \text{ m}$ – mažiausias antgalio skersmuo (22 lent.).

$$H = 0,8 \cdot 160 \cdot 10^4 = 128 \cdot 10^4, \text{ Pa;}$$

$$Q = 3,28 \cdot 10^{-2} \cdot 0,075^2 \sqrt{128 \cdot 10^4} = 3,28 \cdot 0,00562 \cdot 11,3 = 0,208 \text{ m}^3/\text{s}.$$

61.1 pavyzdys. Pagal 61 uždavinio sąlygas apskaičiuoti vandens sąnaudas per hidromonitoriaus antgalį, kai

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
Hidromonitorius	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	2)
$m, \%$	67	84	73	69	77			
Antgalis	Didelis	Mažas	Didelis	Mažas				

* Stulpelių eilės numeriai pagal 22 lentelę.

62 uždavinys. Pagal 61 uždavinio sąlygas apskaičiuoti hidromonitoriaus vidutinį valandinį našumą transportuojant gruntą, kai įrenginio panaudojimo koeficientas $k_{pn} = 0,8$, kasavietės aukštis lygus 7 m.

S p r e n d i m a s.

$$Q = 3600 Q_v k_{pn} / q_l, \quad (62)$$

čia Q_v – vandens sąnaudos, m^3/s ; q_l – lyginamosios vandens sąnaudos gruntui plauti ir transportuoti, m^3/m^3 .

Pagal 61 uždavinį $Q_v = 0,208 \text{ m}^3/\text{s}$; pagal 23 lentelę lengvam priemoliui vidutinės reikšmės $q_l = 6,5 \text{ m}^3/\text{m}^3$ reikės padidinti 10 % (23 lent., 2 pastaba), nes išplovimas vyko, esant antgalio skersmeniui $d = 75 \text{ mm}$. Įrašome reikšmes į (62) formulę:

$$Q_{val} = 3600 \cdot 0,208 \cdot 0,8 / (6,5 \cdot 1,1) = 83,8 \text{ m}^3/\text{val}.$$

63 uždavinys. Apskaičiuoti vidutinį valandos našumą hidromonitoriaus, kasančio lengvą priemolį su 4–8 % žvyro priemaiša, kai panaudojimo koeficientas $k_{pn} = 0,75$, o vandens sąnaudos per sekundę $Q_v = 0,179 \text{ m}^3/\text{s}$, gautos esant antgalio skersmeniui $d = 90 \text{ mm}$.

63.1 pavyzdys. Apskaičiuoti vidutinį valandos našumą hidromonitoriaus, plaunančio purią uolieną (liosą), kai panaudojimo koeficientas $k_{pn} = 0,86$, o vandens sąnaudos per sekundę imamos pagal 61 uždavinio rezultatus. Santykinės vandens sąnaudos imamos įskaitant antgalio skersmenį.

63.2 pavyzdys. Apskaičiuoti vidutinį hidromonitoriaus valandos našumą, esant šioms dydžių reikšmėms ir santykinėms vandens sąnaudų reikšmėms:

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
$Q_v, \text{m}^3/\text{s}$	0,436	0,273	0,302	0,118	0,385	0,464	0,192	0,218
Grunto tipas	1)	2)	3)	4)	5)			
k_i	0,82	0,79	0,84	0,76				

1) priemelis su žvyro priemaiša 4–8 %; 2) stambus susigulėjęs žvyras; 3) purus smulkus smėlis; 4) riebus molis; 5) lengvas priemolis.

64 uždavinys. Apskaičiuoti, kiek kartų (i) padidės hidromonitoriaus vandens sąnaudos, esant didžiausiam darbiniam slėgiui, kai mažiausio skersmens d_m antgalis bus pakeistas į didžiausio skersmens d_d antgalį.

S p r e n d i m a s. Iš (56) formulės paaiškėja, kad esant bet kokiame darbiniam slėgiui H , vandens sąnaudos bus proporcingos antgalio skersmens kvadratui, t. y.

$$i = Q_b / Q_M = 3,28 \cdot 10^{-2} d_b^2 \sqrt{H} / (3,28 \cdot 10^{-2} d_m^2 \sqrt{H}) = d_b^2 / d_m^2. \quad (63)$$

Pagal 22 lentelę $d_d = 25$ mm; $d_m = 17$ mm, vadinasi,

$$i = 25^2 / 17^2 = 625 / 289 = 2,16.$$

65 uždavinys. Pagal 64 uždavinio sąlygas apskaičiuoti vandens sąnaudų padidėjimą dirbant hidromonitoriui GUC-6.

66 uždavinys. Apskaičiuoti didžiausią vandens srovės, išlekiančios iš hidromonitoriaus GMDC-2, greitį.

S p r e n d i m a s. Greitį apskaičiuojame pagal (55) formulę. Kadangi nėra duomenų, kaip apdorotas antgalio kanalas, nuo kurio priklauso greičio koeficientas φ , tai imame jį pagal (55) formulės duomenis, t. y. $\varphi = 0,94$. Pagal 22 lentelę $H = 800 \cdot 10^4$ Pa. Tada

$$v = 0,94 \cdot 10^{-2} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 800 \cdot 10^4} = 118 \text{ m/s}.$$

67 uždavinys. Apskaičiuoti didžiausią vandens srovės, kuri išleikia iš hidromonitoriaus GDC-3 antgalio, greitį.

67.1 pavyzdys. Apskaičiuoti didžiausią vandens srovės, kuri išleikia iš hidromonitoriaus antgalio, greitį, kai darbinis slėgis prie antgalio sudaro m % didžiausio slėgio, nurodyto techninėje charakteristikoje.

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
m , %	76	63	89	72	68	81	94	65
Hidromonitorius	7)	8)	5)	2)	3)			
φ	0,92	0,95	0,93	0,94				

68 uždavinys. Apskaičiuoti hidromonitoriaus RGM-1M vamzdžio įeinamosios angos ir mažiausio antgalio išeinamosios angos skerspjūvių plotus. Nustatyti, kiek kartų vandens srovės greitis vamzdyje prie įėjimo angos mažesnis už vandens, išlekiančio iš antgalio, greitį.

S p r e n d i m a s. Pagal (54) formulę gausime skersinio pjūvio reikšmes atitinkamai F_v – vamzdžiui ir F_{ant} – antgaliui:

$$F_v = \pi D^2 / 4 = 3,14 \cdot 85^2 / 4 = 5670 \text{ mm}^2,$$

$$F_{ant} = \pi d^2 / 4 = 3,14 \cdot 17^2 / 4 = 227 \text{ mm}^2.$$

Pagal formulę (53) $Q_v = F_v v_v$, $Q_{ant} = F_{ant} v_{ant}$.

Kadangi ištisinis vandens tekėjimas bet kuriame pjūvyje vienodas, tai $Q_v = Q_{ant}$; $F_v \cdot v_v = F_{ant} \cdot v_{ant}$, vadinasi,

$$v_{ant} / v_v = F_v / F_{ant} = 5670 / 227 = 25,$$

t. y. vandens srovės greitis prie vamzdžio įėjimo angos 25 kartus mažesnis už vandens srovės, išlekiančios iš antgalio, greitį. Srovės greičiai skerspjūviuose atvirkščiai proporcingi jų plotui arba jų skersmenų kvadratui:

$$v_{ant} / v_v = D^2 / d^2 = 85^2 / 17^2 = 25. \quad (64)$$

69 uždavinys. Apskaičiuoti, kiek kartų vandens srovės greitis prie hidromonitoriaus GMSD-300 vamzdžio įėjimo angos bus mažesnis, palyginti su vandens srovės, išlekiančios iš mažiausio skersmens antgalio, greičiu.

69.1 pavyzdys. Pagal 69 uždavinio sąlygas apskaičiuoti srovės greičio pasikeitimą hidromonitoriuose, kai

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
Hidromonitorius*	8)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)
Antgalis*	1)	2)	1)	2)	1)			

*Stulpelių eilės numeriai 22 lentelėje.

**1) didesnis; 2) mažesnis.

70 uždavinys. Pagal 66 uždavinio sąlygas apskaičiuoti vandens srovės greitį prie hidromonitoriaus GMDC-2 vamzdžio įėjimo angos.

S p r e n d i m a s. Pagal 66 uždavinio duomenis $v_{ant} = 118$ m/s; pagal 22 lentelę $d = 15$ mm, o $D = 100$ mm. Pagal (64) formulę $v_v = 118 \cdot 15^2 / 100^2 = 2,65$ m/s.

70.1 pavyzdys. Apskaičiuoti vandens srovės greitį prie hidromonitoriaus vamzdžio įėjimo angos pagal 67.1 pavyzdžio rezultatus.

71 uždavinys. Karjere smėlio ir žvyro mišiniui kasti naudojamas hidromonitorius GMH- 250S. Apskaičiuoti slėgio nuostolius hidromonitoriuje, kai hidromonitoriaus antgalio skersmuo mažiausias, o darbinis slėgis prie antgalio sudaro m procentų nuo didžiausio slėgio, nurodyto įrenginio pase ($m = 76$ %).

S p r e n d i m a s. Slėgio nuostolius hidromonitoriuje apskaičiuojame pagal (57) ir (56) formules, čia $H = 0,01 mH_{max}$, h_s – slėgio nuostoliai, Pa, o vandens sąnaudos Q , m³/s, iš čia

$$\begin{aligned} h_k &= k \cdot 10^4 (3,28 \cdot 10^{-2} d^2 \sqrt{0,01 m H_{max}})^2 = \\ &= k \cdot 10^4 \cdot 3,28^2 \cdot 10^{-4} d^4 \cdot 0,01 m H_{max}, \end{aligned} \quad (65)$$

$H_{max} = 150 \cdot 10^4$ Pa – pagal 22 lent.; $d = 0,065$ m – pagal 22 lent., $k = 80$ – pagal (57) formulę. Įrašę dydžių reikšmes į formulę (65), gauname

$$h_s = 80 \cdot 10^4 \cdot 3,28^2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,065^4 \cdot 0,76 \cdot 150 \cdot 10^4 = 1,77 \cdot 10^4 \text{ Pa.}$$

72 uždavinys. Pagal 71 uždavinio sąlygas apskaičiuoti slėgio nuostolius hidromonitoriuje GMH-250, kai dirbama su didžiausio skersmens antgaliu.

73 uždavinys. Lengvo priemolio kalnų uoliena kasama naudojant hidromonitorių GUC-6. Rasti didžiausią atstumą nuo kasavietės iki hidromonitoriaus, esant didžiausiam darbiniam slėgiui.

S p r e n d i m a s. Pasirinkto modelio hidromonitoriaus didžiausias darbinis slėgis yra $120 \cdot 10^4$ Pa (22 lentelė). Šį slėgį atitinka didžiausias atstumas $L_{max} = 41$ m (žr. po (57) formulės).

74 uždavinys. Pagal 73 uždavinio sąlygas apskaičiuoti L_{\max} nuo hidromonitoriaus iki kasvietės, kai slėgis H sudaro 85 % didžiausio darbinio slėgio H_{\max} .

74.1 pavyzdys. Pagal 74 uždavinio sąlygas apskaičiuoti didžiausią atstumą L_{\max} nuo hidromonitoriaus iki kasavietės, kai

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
$m, \%$	68	93	76	100	88	72	81	54
Hidromonitorius	8)	2)	5)	7)	6)			
Grunto tipas	1)	2)	1)	2)				

75 uždavinys. Karjere su 10,5 m aukščio kasaviete, naudojant hidromonitorių GMSD- 300, esant didžiausiam darbiniam slėgiui ir mažiausiam antgalio skersmeniui, kasamas riebus molis. Apskaičiuoti: a) vandens sąnaudas; b) hidromonitoriaus vidutinį našumą per valandą gruntui, esant panaudojimo koeficientui $k_{pn} = 0,85$; c) mažiausią atstumą nuo hidromonitoriaus iki kasavietės.

S p r e n d i m a s. a) iš 22 lentelės $d = 0,09$ m, $H=160 \cdot 10^4$ Pa. Pagal (56) formulę vandens sąnaudos bus

$$Q_c = 3600 \cdot 0,335 \cdot 0,85 / (15 \cdot 0,8) = 85,4 \text{ m}^3/\text{val.};$$

b) hidromonitoriaus vidutinį valandos našumą gruntui ($\text{m}^3/\text{val.}$) nustatome pagal (62) formulę, įvedant į ją pataisos koeficientą $k_{pt} = 0,8$, įvertinantį vandens sąnaudų sumažėjimą, pvz., 20 % moliiui ir priemoliui, kai kasavietės aukštis 10 m ir daugiau (23 lent. 1 pastaba).

$$Q_{val.} = 3600 Q k_{pn} / (q_{lyg} k_{pt})$$

$$Q_{val.} = 3600 \cdot 0,335 \cdot 0,85 / (15 \cdot 0,8) = 85,4 \text{ m}^3/\text{val.}; \quad (66)$$

c) mažiausias atstumas (m) nuo hidromonitoriaus iki kasavietės nustatomas pagal (58) formulę; $k = 1$, $h = 10,5$ m; $L_{\min} = 1 \cdot 10,5 = 10,5$ m.

76 uždavinys. Pagal 75 uždavinio sąlygas apskaičiuoti hidromonitoriaus vandens sąnaudas, jo našumą gruntui ir mažiausią atstumą nuo hidromonitoriaus iki kasavietės, kai jos aukštis 24 m; gruntas –

sunkus priemolis; antgalio skersmuo – didžiausias; panaudojimo koeficientas $k_{pn} = 0,92$.

76.1 pavyzdys. Apskaičiuoti mažiausią atstumą nuo hidromonitorininko iki kasavietės, atsižvelgiant į darbų saugą, kai

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
h, m	7,4	17,3	4,6	21,8	6,9	13,1	4,2	23,7
Grunto tipas*	1)	2)	3)	4)	2)			

* 1) smėlis; 2) puri uoliena (liosas); 3) molis; 4) priemolis.

77 uždavinys. Hidromonitoriumi GMH-250S kasamas lengvas priemolis. Kasavietės aukštis 4 m, antgalio skersmuo mažiausias ir darbinis slėgis sudaro 42,7 % didžiausio slėgio. Apskaičiuoti elektros energijos sąnaudas siurbliams, kad išplautų 1 m³ grunto, neskaičiuojant hidrotransportavimo, kai vandens lygis h_2 yra 4,7 m žemiau hidromonitoriaus antgalio žymos, o slėgio nuostoliai vamzdyne $h_4 = 3,46 \cdot 10^4$ Pa.

S p r e n d i m a s. Elektros energijos kiekis (kWh) apskaičiuojamas pagal (59) formulę. Iš 23 lentelės $q = 65 k_1 k_2$ m³/m³; kasavietės aukščio pataisa $k_1 = 1,1$ (23 lent., 1 pastaba); $k_2 = 1,12$ – vidutinė antgalio skersmens pataisos reikšmė (23 lent. 2 pastaba); $h_1 = 0,427 H_{\max}$, Pa pagal uždavinio sąlygą; $H_{\max} = 150 \cdot 10^4$ Pa pagal 22 lent.; $h_2 = 4,7 \cdot 10^4$ Pa pagal uždavinio sąlygą; $h_3 = k \cdot Q^2 10^4$ Pa pagal (57) formulę; $k = 80 \text{ Pa} \cdot \text{s}^2/\text{m}^6$ – pagal duomenis (57) formulei;

$Q = 3,28 \cdot 10^{-2} d^2 \sqrt{H}$ m³/s pagal (56) formulę; $d = 0,065$ m pagal 22 lent.; $H = h_1 = 0,427 H_{\max}$, Pa; $h_4 = 3,46 \cdot 10^4$ Pa pagal uždavinio sąlygą.

$$H = h_1 = 0,427 \cdot 150 \cdot 10^4 = 64 \cdot 10^4 \text{ Pa};$$

$$Q = 3,28 \cdot 10^{-2} \cdot 0,065^2 \sqrt{64 \cdot 10^4} = 0,111 \text{ m}^3/\text{s};$$

$$h_3 = 80 \cdot 10^4 \cdot 0,111^2 = 0,984 \cdot 10^4 \text{ Pa};$$

$$q = 6,5 \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 8,0 \text{ m}^3/\text{m}^3;$$

$$E = 0,006 \cdot 8,0 \cdot 10^4 (64 + 4,7 + 0,984 + 3,46) 10^4 = 3,51 \text{ kWh}/\text{m}^3.$$

78 uždavinys. Karjere su 12 m aukščio kasaviete, hidromonitoriumi GMH-250S su didžiausio skersmens antgaliu ir darbinio slėgiu,

kuris sudaro 60 % didžiausio slėgio, kasamas vidutinio sunkumo priemolis. Vandens telkinio lygis yra 8,4 m žemiau hidromonitoriaus antgalio žymės, o slėgio nuostoliai vandens vamzdyne – $7,66 \cdot 10^4$ Pa. Apskaičiuoti elektros energijos kiekį, siurblių sunaudojamą 1 m^3 grunto išplauti, neskaičiuojant hidrotransportavimo.

78.1 pavyzdys. Pagal 78 uždavinio sąlygas apskaičiuoti elektros energijos kiekį, išsekvojimą siurblių 1 m^3 grunto išplauti, kai

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
$m, \%$	65	83	96	74	68	91	88	76
$h_2, 10^4 \text{ Pa}$	12	8,9	10,3	9,7	11,2			
$h_4, 10^4 \text{ Pa}$	5,4	9,2	16,8	7,1				

79 uždavinys. Nustatyti elektros energijos sąnaudas smėlio hidrauliniam transportavimui, kai pulpą reikia pakelti į 28 m aukštį, o transportavimo atstumas – 1,7 km.

S p r e n d i m a s. Iš 24 lentelės randame, kad esant transportavimo atstumui 1,5 km, elektros energijos sąnaudos pakelti į 25 m aukštį sudarys $7,0 \text{ kW} \cdot \text{h/m}^3$, o pakelti į 30 m aukštį – $7,6 \text{ kWh/m}^3$, t. y. padidinus pakėlimo aukštį 5 m, elektros energijos sąnaudos padidėja $0,6 \text{ kWh/m}^3$, o padidinus 1 m – padidėja $0,6/5 = 0,12 \text{ kWh/m}^3$. Esant 28 m pakėlimo aukščiui ir 1,5 km atstumui, sąnaudos yra $E_1 = 7,0 + 0,123 = 7,36 \text{ kWh/m}^3$. Transportavimo atstumo padidėjimas 500 m sąnaudas padidina $1,5 \text{ kWh/m}^3$, o padidėjimas 200 m padidins $0,6 \text{ kWh/m}^3$. Dėl to, esant $h = 28 \text{ m}$ ir $L = 1,7 \text{ km}$, gausime $E = 7,36 + 0,6 = 7,96 \text{ kWh/m}^3$.

80 uždavinys. Nustatyti elektros energijos sąnaudas smėlio ir molio pulpos hidrauliniam transportavimui, kai pakelti reikia į 39 m aukštį, o transportavimo atstumas yra 2,3 km.

80.1 pavyzdys. Nustatyti elektros energijos sąnaudas smėlio pulpos hidrauliniam transportavimui, kai

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
$h, \text{ m}$	17	43	51	22,5	38	46,5	14,5	50
$l, \text{ km}$	2,85	1,05	2,45	0,65	1,55			

81 uždavinys. Prie žemutinės kasavietės briaunos molingas gruntas, išplautas hidromonitoriumi, maišosi su vandeniu, sudaro nuosėdas ir nuteka nuolydžiu į prieduobę, iš kurios pulpa išpumpuojamas grunto siurbliu ir slėginiu pulpos vamzdynu tiekiamas į krovimo vietą. Apskaičiuoti mažiausią prieduobės ir kasavietės briaunos aukščių skirtumą, kai prieduobė yra $L = 12,5$ m atstumu nuo kasavietės (skaiciuojant horizontaliai), o nuolydis $m = 2$ %.

S p r e n d i m a s. Esant nuolydžiui $m = 2$ %, mažiausias aukščių skirtumas $\Delta h = 0,01$

$$mL = 0,01 \cdot 2 \cdot 12,5 = 0,25 \text{ m.}$$

82 uždavinys. Pagal 81 uždavinio sąlygas apskaičiuoti mažiausią prieduobės ir kasavietės briaunos aukščių skirtumą, kai atstumas $L = 28$ m, o kasamas stambus smėlis, kurio $m = 7,5$ %.

82.1 pavyzdys. Apskaičiuoti mažiausią prieduobės ir kasavietės briaunų aukščių skirtumą (Δh), kai

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
$L, \text{ m}$	28,4	32,5	11,9	16,3	18,6	24,2	27,1	14,7
$m, \%$	7,9	4,2	4,9	6,6	9,8			

83 uždavinys. Siurblinėje, užtikrinančioje vandens tiekimą į hidromonitorių, įrengti siurbliai 6NDv. Nustatyti hidromechanizacijos panaudojimo galimybę smulkiam susigulėjusiam žvyrai kasti.

S p r e n d i m a s. Iš 23 lentelės randame, kad nurodyto tipo gruntu kasti hidromonitoriais reikalingas slėgis $H = (60-80)10^4 \text{ Pa}$. Pagal išcentrinų siurblių technines charakteristikas (25 lent.) nustatome, kad siurblys 6NDv neužtikrins grunto kasimo, nes didžiausias slėgis $H_{\max} = 49 \cdot 10^4 \text{ Pa}$. Reikia naudoti siurblių 4NDv arba 14NDS.

84 uždavinys. Parinkti išcentrinio siurblio modelį ir apskaičiuoti reikalingų siurblių kiekį, kad būtų galima hidromechanizuotai kasti lengvą priemolį, kai karjero našumas turi būti 150 m^3 grunto per valandą.

85 uždavinys. Apskaičiuoti siurblių galią (kW), kai jų našumas $Q = 3250 \text{ m}^3/\text{val.}$, esant slėgiui $H = 49 \cdot 10^4 \text{ Pa}$.

S p r e n d i m a s. Skaičiuojame pagal formulę (60) $\rho = 1 \text{ t/m}^3$ – vandens tankis; $\eta = 0,76$ – pagal 25 lentelę siurbliui su tokiu pačiu slėgiu:

$$N = 1 \cdot 3250 \cdot 49 \cdot 10^4 / (0,76 \cdot 367 \cdot 10^4) = 571 \text{ kW}.$$

86 uždavinys. Hidromonitoriais kasamas lengvas priemolis. Našumas – $165 \text{ m}^3/\text{val}$. Apskaičiuoti grunto siurblio galią ir parinkti markę, kai nuosėdoms hidrotransportuoti reikalingas slėgis $H = 52 \cdot 10^4 \text{ Pa}$.

S p r e n d i m a s. Lengvo priemolio hidrotransportavimui pulpos tūrinė konsistensija, t. y. ir kietos, ir skystos frakcijų santykis joje turi būti lygus $1 : 12$ (27 lent.). Pulpos kiekis per valandą $Q = 165 \cdot 13 = 2150 \text{ m}^3/\text{val}$. ($13 = 1 + 12$).

Siurblio galia (kW) apskaičiuojama pagal (60) ir (61) formules. $\rho = 1,65 \text{ t/m}^3$ – lengvo priemolio tankis (27 lent.; $n = 12$ – švaraus vandens dalių kiekis vienai grunto daliai (27 lent.); $\rho = 1 \text{ t/m}^3$ – vandens tankis; $\eta = 0,72$ – grunto siurblio, tinkamiausio pagal reikalaujamą slėgį, naudingumo koeficientas (26 lent.).

$$\text{Pulpos tankis } \rho = (1,65 + 12 \cdot 1) / (1 + 12) = 1,05 \text{ t/m}^3.$$

$$\text{Siurblio galia } N = 1,05 \cdot 2150 \cdot 52 \cdot 10^4 / (0,72 \cdot 367 \cdot 10^4) = 444 \text{ kW}.$$

Pagal 26 lentelę parenkame grunto siurblį 12NZU.

87 uždavinys. Karjere hidromonitoriais kasamas smulkus nesusigulėjęs žvyras po $96 \text{ m}^3/\text{val}$. Apskaičiuoti, kokios galios grunto siurbliai reikalingi nuosėdų hidrauliniam transportavimui, kai būtinas slėgis $H = 70 \cdot 10^4 \text{ Pa}$. Parinkti tinkamus grunto siurblius ir paskaičiuoti, kiek jų reikės.

87.1 pavyzdys. Pagal 87 uždavinio sąlygas išspręsti pavyzdžius, kai

Variantai	1	2	3	4	5	6	7	8
N , pagal gruntą, m^3/val .	47	130	78	59	240	84	63	170
S , 10^4 Pa	68	36	27	41	53			
Grunto tipas*	1)	2)	3)	4)				

*sunkūs priemoliai; 2) purus liosas; 3) susigulėję stambūs smėliai; 4) purūs vidutiniai smėliai.

Literatūra

- Charchuta, N. J.; Kapustin, M. I. ir kt. 1967. *Dorožnyje mašiny*. Leningrad. 415 p.
- Dombrovskij, N. G.; Galperin, M. I. 1985. *Stroitelnyje mašiny*, 2 d. Maskva. 224 p.
- Dombrovskij, N. G.; Kartvelišvili, J. L.; Galperin, M. I. 1976. *Stroitelnyje mašiny*, 1 d. Maskva, 391 p.
- Lingaitis, L. 2004. *Žemės darbų mašinos*. Vilnius: Technika. 303 p.
- Rameil, M. 2007. *Handbook of Pipe Bursting Practice*. Vulkan Verlag. 350 p.
- Sivilevičius, H. ir kt. 1994. *Kelių tiesimo mašinų parametrų skaičiavimas*. Vilnius: Technika. 71 p.
- Vetrov, J. A. 1980. *Mašiny dlia zemlianyh rabot*. Kiev. 383 p.

Su kasybos mašinų darbo procesais galima susipažinti interneto svetainėse:

<http://www.youtube.com/watch?v=1uScZw2Vcjg&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?NR=1&v=m-2Ufu3-5Js&feature=endscreen>
<http://www.youtube.com/watch?v=wGdl4LINLqc&feature=autoplay&list=PLBF969D7BCC25F191&lf=rellist&playnext=2>
http://www.youtube.com/watch?v=JdOh5GA_tJg&feature=related
<http://www.youtube.com/watch?v=tLR7LZh3VM0&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=p5yhtxRmsUU&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=eFN0Q5Jmof8&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=RzucYXHrule&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=U80VkzXzjOU&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=5dShBfSdSDw&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=907JGckLPHw&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?NR=1&v=eYQV5GOPQPw&feature=fvwp>
<http://www.youtube.com/watch?v=X-XXGuLkYcM&feature=BFa&list=PLBF969D7BCC25F191&lf=rellist>
<http://www.youtube.com/watch?v=YIdDiM12dqY&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=VfIbwuFiGxM&feature=related>
<http://www.excavation.com.au/>